

E-ISSN: 2980-2679



TÜRKİYE KLİNİK VE KARDİYOVASKÜLER

# Perfüzyon

DERGİSİ



**galenos**  
yayınevi

CİLT-VOLUME: 2  
SAYI-ISSUE: 2  
AĞUSTOS-AUGUST  
'24

## EDİTÖRLER KURULU / EDITORIAL BOARD

### Editör

**Ali Can Hatemi**

Sağlık Bilimleri Üniversitesi Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği, İstanbul, Türkiye

**ORCID ID:** 0000-0002-6202-3262

**E-posta:** alican.hatemi@sbu.edu.tr

### Danışma Kurulu

**Ahmet Hakan Vural**

Medical Park Gebze Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği, İstanbul, Türkiye

**Adnan Celkan**

Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı, Gaziantep, Türkiye

**Ali İhsan Parlar**

Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı, Kütahya, Türkiye

**Ahmet Şaşmaz**

İstanbul Medipol Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği, İstanbul, Türkiye

**Murat Uğurlucan**

İstanbul Medipol Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği, İstanbul, Türkiye

**İbrahim Kara**

Sakarya Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı, Sakarya, Türkiye

**Denyan Mansuroğlu**

Yeni Yüzyıl Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

**Mustafa Karaçelik**

İzmir Sağlık Bilimleri Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

**Levent Yazıcıoğlu**

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

Please refer to the journal's webpage ([perfusionjournal.com](http://perfusionjournal.com)) for "Editorial Policy", "Instructions to Authors" and "Instructions to Reviewers"

## İÇİNDEKİLER / CONTENTS

### ARAŞTIRMALAR / RESEARCH ARTICLES

- 38 İzole Koroner Arter Bypass Grefti Yapılan Hastalarda MİECC ile Otolog Kan Kullanılan Konvansiyonel KPB Yöntemlerinin İntraoperatif Hemodilüsyon ve Kan Kullanımı Üzerine Etkisinin Karşılaştırılması**  
Comprasion of the Effects of MIECC and Conventional CPB Methods with Autologous Blood on Intraoperative Hemodilution and Blood Utilization in Patients Undergoing Isolated Coronary Artery Bypass Grafting  
Kübra İnal, İsmail Yerli, Ali Kocailik, Hasan Karasu, Mustafa Emre Gürcü, Mehmet Kaan Kıralkı, İstanbul, Türkiye
- 47 Farklı Yüzey Alanlı Membran Oksijenatörlerin Düşük Yüzey Alanlı Hastalarda Kullanımı**  
Use of Membrane Oxygenators with Different Surface Areas in Low Surface Area Patients  
Elif Bilge Karaman, Sakarya, Türkiye
- 52 Pediatrik Kalp Cerrahisinde Kullanılan Oksijenatörlerin Değerlendirilmesi**  
Evaluation of Oxygenators Used in Pediatric Cardiac Surgery  
Umut Sarğın, Ali Kocailik, Tarık Demir, Servet Ergün, İstanbul, Türkiye
- 59 Türkiye'deki Perfüzyonistlerin Kardiyopulmoner Bypass Sırasında FiO<sub>2</sub> Ayarlama Alışkanlıklarının Değerlendirilmesi**  
Evaluation of FiO<sub>2</sub> Adjustment Habits of Perfusionists in Turkey During Cardiopulmonary Bypass  
Ajit Sungur, Ali Kocailik, Tarık Demir, Zeynep Averbek Arslan, İstanbul, Türkiye

# İzole Koroner Arter Bypass Grefti Yapılan Hastalarda MİECC ile Otolog Kan Kullanılan Konvansiyonel KPB Yöntemlerinin İntraoperatif Hemodilüsyon ve Kan Kullanımı Üzerine Etkisinin Karşılaştırılması

Comprasion of the Effects of MIECC and Conventional CPB Methods with Autologous Blood on Intraoperative Hemodilution and Blood Utilization in Patients Undergoing Isolated Coronary Artery Bypass Grafting

© Kübra İnal<sup>1</sup>, © İsmail Yerli<sup>2</sup>, © Ali Kocailik<sup>2</sup>, © Hasan Karasu<sup>3</sup>, © Mustafa Emre Gürcü<sup>4</sup>, © Mehmet Kaan Kırılı<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Kartal Koşuyolu Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Perfüzyon Kliniği, İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup>Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Perfüzyon Bölümü, İstanbul, Türkiye

<sup>3</sup>Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Kartal Koşuyolu Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği, İstanbul, Türkiye

<sup>4</sup>Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Kartal Koşuyolu Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği, İstanbul, Türkiye

## Öz

**Amaç:** Kan transfüzyonu, enfeksiyon riski ve immünolojik reaksiyonlar gibi komplikasyonlara yol açabilirken, hemodilüsyon da dokulara oksijen sunumunu etkileyerek postoperatif komplikasyon riskini artırabilir. Bu çalışmada izole koroner arter bypass grefti (CABG) yapılan hastalarda minimal invaziv ekstrakorporeal dolaşım sistemi (MİECC) ile konvansiyonel ekstrakorporeal dolaşım sisteminin intraoperatif hemodilüsyon ve kan kullanımı üzerine etkisini karşılaştırmayı amaçladık.


**Gereç ve Yöntem:** Bu araştırmanın evreni, 2020 yılı Ocak ayından 2023 Aralık ayına kadar izole CABG ameliyatı yapılan hastalardan oluşmaktadır. MİECC sistemi ve konvansiyonel sistemi ile izole CABG yapılan iki farklı gruptan toplam 100 hasta seçilerek verileri incelenmiştir. Her iki grupta da 50'şer hasta yer almakta olup, bu sayede iki yöntem arasındaki farklar ve sonuçlar ayrıntılı olarak analiz edilmiştir.

**Bulgular:** MİECC sistemi ile ameliyat edilen hastalarda kan kullanımı, hemodilüsyon oranı, operasyon boyunca alınan toplam sıvı miktarı ve kan gazı serum laktat düzeylerinin konvansiyonel sistemle karşılaştırıldığında anlamlı derecede daha düşük olduğunu göstermiştir ( $p<0,05$ ). Ayrıca, postoperatif hematokrit (HCT) değerleri de MİECC sistemi ile ameliyat edilen hastalarda daha yüksek bulunmuştur.

**Sonuç:** Bu çalışmada, izole CABG operasyonu geçirmiş hastalarda intraoperatif dönem hemodilüsyon, hastaya verilen sıvı miktarları, kan kullanım miktarları, kan gazı serum laktat düzeyleri, idrar çıkışları ve postoperatif HCT değerleri gibi faktörlerin MİECC sistemi ve konvansiyonel sistem arasındaki farkları incelenmiştir. Sonuç olarak, MİECC sistemi ile ameliyat edilen hastalarda intraoperatif kan kullanım miktarında, hemodilüsyon oranında, operasyon boyunca alınan toplam sıvı miktarında ve kan gazı serum laktat düzeyleri, konvansiyonel sisteme oranla daha düşük olduğu gözlenmiştir. Ayrıca, postoperatif HCT değeri MİECC sistemi ile ameliyat olan hastalarda daha yüksek çıkmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Kan transfüzyonu, hemodilüsyon, kardiopulmoner bypass, MİECC

\*Bu makale Kübra İnal'ın 2024 yılında yayınlanan "İzole Koroner Arter Bypass Grefti Yapılan Hastalarda MİECC ile Otolog Kan Kullanılan Konvansiyonel KPB Yöntemlerinin İntraoperatif Hemodilüsyon ve Kan Kullanımı Üzerine Etkisinin Karşılaştırılması" başlıklı yüksek lisans tezinden oluşturulmuştur.

 **Yazışma Adresi/Address for Correspondence:** Kübra İnal, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Kartal Koşuyolu Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Perfüzyon Kliniği, İstanbul, Türkiye  
**Tel.:** +90 534 773 51 24 **E-posta:** kbr.1907@outlook.com **ORCID ID:** orcid.org/0009-0003-4673-4886  
**Geliş Tarihi/Received:** 22.07.2024 **Kabul Tarihi/Accepted:** 23.08.2024

## Abstract

**Objective:** Although blood transfusion can lead to complications, such as the risk of infection and immunological reactions, hemodilution can also increase the risk of postoperative complications by affecting oxygen delivery to tissues. In this study, we aimed to compare the effects of the minimally invasive extracorporeal circulatory system (MIECC) and the conventional extracorporeal circulatory system on intraoperative hemodilution and blood use in patients undergoing isolated coronary artery bypass grafting (CABG).

**Materials and Methods:** The study population consisted of patients who underwent isolated CABG between January 2020 and December 2023. A total of 100 patients from two different groups who underwent isolated CABG using the MIECC system and the conventional system were selected, and their data were examined. There were 50 patients in each group; thus, the differences and results between the two methods were analyzed in detail.

**Results:** Blood usage, hemodilution rate, total amount of fluid taken during the operation, and blood gas serum lactate levels in patients operated on using the MIECC system were significantly lower than those using the conventional system ( $p < 0.05$ ). Additionally, postoperative hematocrit (HCT) values were found to be higher in patients operated on using the MIECC system.

**Conclusion:** In this study, the differences between the MIECC system and the conventional system in factors such as intraoperative hemodilution, amount of fluid given to the patient, amount of blood use, blood gas serum lactate levels, urine output, and postoperative HCT values in patients who underwent isolated CABG were examined. As a result, the amount of intraoperative blood use, hemodilution rate, total amount of fluid taken during the operation, and blood gas serum lactate levels were lower in patients operated on using the MIECC system compared with the conventional system. Additionally, postoperative HCT values were higher in patients who underwent surgery using the MIECC system.

**Keywords:** Blood transfusion, hemodilution, cardiopulmonary bypass, MIECC

## Giriş

Koroner arter hastalığı, dünya genelinde kalp ve damar hastalıkları arasında en yüksek ölüm ve hastalık oranlarına sahiptir. Bu hastalığın tedavisinde yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biri, koroner arter bypass grefti (CABG) işlemidir. Geleneksel olarak, CABG operasyonlarında konvansiyonel ekstrakorporeal dolaşım sistemleri kullanılmaktadır. Ancak bu yöntemler, operasyon sırasında ve sonrasında önemli miktarda kan transfüzyonu gerektirebilir ve hemodilüsyona neden olabilir (1).

Kan transfüzyonları ile ilgili potansiyel komplikasyonlar ve enfeksiyon riskleri bulunmaktadır (2). Aynı zamanda, artırılan kan kullanımı, hastane maliyetlerini ve hastaların iyileşme süresini uzatabilir. Hemodilüsyon, cerrahi sırasında kandaki kırmızı kan hücrelerinin seyrelmesi olarak tanımlanır ve bu durum, dokulara yeterli oksijen ulaşmasını engelleyerek postoperatif komplikasyon riskini artırabilir (3). Bu nedenlerle, kan kullanımını ve hemodilüsyonu minimize eden cerrahi teknik ve yöntemler tercih etmek önemlidir.

Son yıllarda geliştirilen minimal invaziv ekstrakorporeal dolaşım sistemi (MİECC) gibi yenilikçi teknolojiler, geleneksel yöntemlere alternatif olarak öne çıkmaktadır. MİECC sistemlerinin, cerrahi sırasında kan kullanımı ve hemodilüsyon oranlarını azalttığı bazı çalışmalarda gösterilmiştir (4).

Bu çalışma, izole CABG yapılan 100 hasta üzerinde gerçekleştirilen retrospektif bir çalışmayı ele almakta olup, bunların 50'sinde MİECC sistemi, diğer 50'sinde ise konvansiyonel ekstrakorporeal dolaşım sistemi kullanılmıştır. Araştırmada, her iki grubun intraoperatif kan kullanımı ve hemodilüsyon oranları karşılaştırılmıştır.

Bu çalışmanın bulgularının, CABG operasyonlarında hangi yöntemlerin daha etkin ve güvenilir olduğunu belirlemeye yardımcı olması hedeflenmektedir. Çalışmamız, bu alanda yapılan sınırlı sayıdaki araştırmalara katkıda bulunmayı ve cerrahların, klinik sonuçları iyileştirmek amacıyla hangi teknik veya sistemin kullanılmasının daha uygun olacağına dair bilinçli karar vermelerine yardımcı olmayı hedeflemektedir.

## Gereç ve Yöntemler

Bu araştırma, izole CABG yapılan hastalarda kullanılan farklı pompa türlerinin (konvansiyonel sistem-MİECC sistem) intraoperatif dönem kan kullanımı ve hemodilüsyon üzerine etkisini ortaya koymak; hemodilüsyon ve kan kullanımına bağlı komplikasyonları en aza indirmek için öneriler ortaya koymak amacıyla planlanmıştır.

## Araştırmanın Modeli

Araştırmamız, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Kartal Koşuyolu Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Klinik Araştırmalar Etik Kurulu onayının (karar numarası: 2024/13/866, tarih: 16.07.2024) ardından tek merkezli, kesitsel, retrospektif taramaya dayalı bir çalışma olarak yürütülmüştür.

## Araştırmanın Yeri ve Zamanı

Bu araştırma, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Kartal Koşuyolu Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi kalp ve damar cerrahisi kliniğinde gerçekleştirilmiştir. Araştırma kapsamında elde edilen veriler, 2020 yılı Ocak ayından 2023 yılı Aralık ayına kadar olan dönemi kapsamaktadır. Bu süre içerisinde, izole CABG ameliyatı yapılan hastaların dosyaları ve hastane bilgi yönetim sistemleri verileri incelenmiştir. Araştırmada kullanılan veriler,

hastaların geçmişteki kayıtlarının eksiksiz ve doğru bir şekilde değerlendirilmesine özen göstererek toplanmıştır.

### Araştırmanın Evren ve Örneklemi

Bu araştırmanın evreni, 2020 yılı Ocak ayından 2023 Aralık ayına kadar Kartal Koşuyolu Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği'nde izole CABG ameliyatı yapılan tüm hastalar oluşturmaktadır.

Araştırma kapsamında, belirlenen zaman diliminde gerçekleştirilen elektif izole CABG operasyonlarına ait hasta dosyaları ve hastane bilgi yönetim sistemi verileri incelenmiştir.

Örneklem seçiminde aşağıdaki dahil etme ve dışlanma kriterleri göz önünde bulundurulmuştur:

#### Dahil etme kriterleri:

- Otuz yaş üstü ve 80 yaş altı kadın/erkek hastalar,
- Perfüzyon süresi 60-130 dakika arasında olan hastalar,
- Kross klemp süresi 40-80 dakika arasında olan hastalar,
- Hemostaz kanı heparinden önce alınmış ve otolog kan kullanılmış hastalar,
- Hematokrit (HCT) değeri %35 ve üzeri olan hastalar.

#### Dışlanma kriterleri:

- Acil şartlarda CABG ameliyatı olan hastalar,
- HCT değeri %35 ve altı olan hastalar (hastanemizde protokol olarak HCT değeri %34 ve altı olan hastalardan hemostaz kan alınmamaktadır),
- Hemostaz kanı alınmamış hastalar,
- Kronik böbrek yetmezliği olan hastalar.

Bu kriterlere uygun olarak seçilen, MİECC sistemi ve kovansiyonel sistemi ile izole CABG yapılan iki farklı gruptan toplam 100 hasta seçilerek verileri incelenmiştir. Her iki grupta da 50'şer hasta yer almakta olup, bu sayede iki yöntem arasındaki farklar ve sonuçlar ayrıntılı olarak analiz edilmiştir.

### Veri Toplama Araçları

Hasta dosyaları retrospektif olarak incelenmiştir. Hastane bilgi sisteminde yer alan hastalara ait demografik veriler (yaş, cinsiyet, boy, kilo, vücut kitle indeksi), preoperatif ve postoperatif HCT değeri hakkında bilgi edinildi. Perfüzyon kayıt formundan aortik kross klemp ve kardiyopulmoner bypass (KPB) süresi, operasyon öncesi HCT değeri, kross klemp koyulduktan sonraki 1. ve 2. kan gazında laktat değeri, 34 °C ve 37 °C'de laktat değeri, KPB süresince alınan sıvı miktarı, genel denge, operasyon boyunca toplam idrar çıkış miktarı ve intraoperatif kan kullanım miktarı incelenmiştir. Anestezi kayıt formundan genel denge, anestezi tarafından alınan sıvı miktarı ve hemostaz kan kullanımı gibi veriler toplanmıştır.

Bu veri toplama araçları, hastaların hem cerrahi süreçlerini hem de anestezi ve postoperatif dönemdeki detayları kapsamlı bir şekilde değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

### İstatistiksel Analiz

Verilerin istatistiksel değerlendirmesi IBM Statistical Package for Sciences (SPSS) Statistics 27 paket yazılım kullanılarak yapılmıştır. Çalışma analizlerde temel tanımlayıcı ölçütlerden sıklık, yüzde, ortalama, standart sapma ve en büyük-en küçük değerler tanımlanmıştır. Değişkenlerin normal dağılımları Kolmogorov-Smirnov testi kullanılarak araştırılmış, normal dağılım gösteren değişkenler için ortalamaların kıyaslanmasında parametrik analizlerden bağımsız örneklem t-testi, non-parametrik veya dağılımı düzgün olmayan verilerin kıyasında Mann-Whitney U testi uygulanmıştır. Tüm istatistiksel analizler sonucunda p<0,05 olan değerler istatistiksel olarak anlamlı derecede farklı olarak kabul edilmiştir.

### Bulgular

#### MİECC ve KPB Kovansiyonel Sistem Kullanılan Hastaların Demografik Verileri

Çalışmamıza dahil edilen CABG operasyonu geçirmiş ve operasyon sırasında KPB cihazı kullanılmış 100 hastanın demografik değişkenleri ve istatistik verileri tablolar halinde sunulmuştur.

Elli hastanın kovansiyonel sistem ile 50 hastanın ise MİECC sistemi ameliyat edildiği örneklem grubunda toplamda 100 hasta mevcuttur. Tüm ameliyat olan hastaların yaş ortalamaları  $\bar{X}=60,1\pm 8,10'$ 'dur. Kovansiyonel sistem ile ameliyat edilen hastaların yaş ortalaması ( $\bar{X}_{\text{kovansiyonel}}$ )= $60,5\pm 8,30$  iken MİECC sistemi ile ameliyat olan hastaların yaş ortalamaları ( $\bar{X}_{\text{MİECC}}$ )= $59,7\pm 9,2$  olarak gözlenmektedir (Tablo 1). En genç hastanın MİECC sistemi ile ameliyat olan hastalar içerisinde ve 34 yaşında olduğu gözlenirken, kovansiyonel sistem ile ameliyat olan en genç hasta 45 yaşındadır. En yaşlı hastalar her iki sistem grubunda da 76 yaşındadırlar.

#### MİECC Kullanılan Hastaların İntraoperatif Dönemde Hemodilüsyon ve Sıvı Kullanım Oranları

MİECC sistemi ve kovansiyonel sistem ile ameliyat edilen hastaların hemodilüsyon, KPB süresince alınan sıvı, anestezi tarafından verilen sıvı ve toplam sıvı değerlerinin dağılımı Kolmogorov-Smirnov normallik dağılımı ile kontrol edilmiş ve verilerin normal dağılıma uygun olmaması sebebiyle non-parametrik Mann-Whitney U testi uygulanmasına karar verilmiştir. Veriler Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2'de gösterildiği üzere ameliyat olan hastalara uygulanan sistemlerden MİECC sisteminin; hemodilüsyon verilerine göre kovansiyonel sistemden daha düşük olduğu ve bu farkın anlamlı olduğu gözlenmiştir (U=337,50, p<0,05).



KPB süresince alınan sıvı verilerine göre kovansiyonel sistemden daha düşük olduğu ve bu farkın anlamlı olduğu gözlenmiştir (U=789,50, p<0,05).

Anestezi tarafından verilen sıvı verilerine göre kovansiyonel sistemden daha düşük olduğu fakat bu farkın anlamlı olmadığı gözlenmiştir.

Toplam sıvı miktarlarına göre kovansiyonel sistemden daha düşük olduğu ve bu farkın anlamlı olduğu gözlenmiştir (U=847, p<0,05).

### MİECC ve Kovansiyonel Sistem Kullanılan Hastaların İntraoperatif Dönemde İdrar Çıkışı Üzerine Etkisi

Tablo 3'te gösterildiği üzere ameliyat olan hastalara uygulanan sistemlerden MİECC sisteminin idrar çıkışı verilerine göre ortalamalarının karşılaştırılması sonucu MİECC sisteminin sıra ortalamalarının daha yüksek olduğu gözlenmektedir fakat bu farklılığın kovansiyonel sistemle aralarında anlamlı farklılık gözlenmemiştir (p>0,05).

		Ortalama ± SS	f	(%)
<b>Yaş (yıl)</b>				
Konvansiyonel		60,09±11,13		
MİECC		60,5±8,30		
		59,7±9,2		
<b>Cinsiyet</b>	<b>Erkek</b>		82	82
	<b>Kadın</b>		18	18
<b>Vücut yüzey alanı (kg/m<sup>2</sup>)</b>				
Konvansiyonel		1,87±0,05		
MİECC		1,85±0,07		
<b>KPB süresi</b>				
Konvansiyonel		98,2±21,76		
MİECC		95,58±20,31		
<b>Kross klemp süresi</b>				
Konvansiyonel		56,94±12,86		
MİECC		58±14,13		

SS: Standart sapma, MİECC: Minimal invaziv ekstrakorporeal dolaşım sistemi, KPB: Kardiyopulmoner bypass, f: f dağılım

Grup	n	Ortalama ± SS	Sıra toplamı	U	z	p
<b>Hemodilüsyon</b>						
Konvansiyonel sistem	50	12,33±12,7	3437,5	337,5	-6,3	<b>0,000</b>
MİECC sistemi	50	7,58±3,58	1612,5			
<b>KPB süresince alınan sıvı</b>						
Konvansiyonel sistem	50	775±608,29	2985,5	789,5	-3,243	<b>0,001</b>
MİECC sistemi	50	428±439,75	2064,5			
<b>Anestezi tarafından verilen sıvı</b>						
Konvansiyonel sistem	50	1977,4±534,51	2579,5	1195,5	-0,391	0,695
MİECC sistemi	50	428±439,75	2470,5			
<b>Toplam sıvı</b>						
Konvansiyonel sistem	50	1376±849,94	2928	847	-2,802	<b>0,005</b>
MİECC sistemi	50	1187±1073,38	2122			

Mann-Whitney U testi uygulanmıştır  
SS: Standart sapma, MİECC: Minimal invaziv ekstrakorporeal dolaşım sistemi, KPB: Kardiyopulmoner bypass

### MİECC ve Kovansiyonel Sistem Kullanılan Hastaların İntraoperatif Dönemde Kan Kullanımı Üzerine Etkisi

Tablo 4'te gösterildiği üzere ameliyat olan hastalara uygulanan sistemlerden MİECC sisteminin; intraoperatif dönemdeki kan kullanım miktar verilerine göre kovansiyonel sistemden daha düşük olduğu ve bu farkın anlamlı olduğu gözlenmiştir (U=1025,50, p<0,05).

### MİECC ve Kovansiyonel Sistem Kullanılan Hastaların AKK1 ve AKK2'deki Kan Gazlarında Laktat Düzeyleri Karşılaştırması

Tablo 5'te gösterildiği üzere ameliyat olan hastalara uygulanan sistemlerden MİECC sisteminin;

Aortik kross klemp (AKK)\_1. kan gazı (KG)\_LAKTAT düzeylerine göre kovansiyonel sistemden daha düşük olduğu fakat bu farkın anlamlı olmadığı gözlenmiştir.

AKK\_2.KG\_LAKTAT düzeylerine göre kovansiyonel sistemden daha düşük olduğu ve bu farkın anlamlı olduğu gözlenmiştir (U=963,50, p<0,05).

### MİECC ve Kovansiyonel Sistem Kullanılan Hastaların 34 °C ve 37 °C'deki Kan Gazlarında Laktat Düzeyleri Karşılaştırması

Tablo 6'da gösterildiği üzere ameliyat olan hastalara uygulanan sistemlerden MİECC sisteminin;

34 °C KG LAKTAT düzeylerine göre kovansiyonel sistemden daha düşük olduğu ve bu farkın anlamlı olduğu gözlenmiştir (U=895, p<0,05).

37 °C KG LAKTAT düzeylerine göre kovansiyonel sistemden daha düşük olduğu ve bu farkın anlamlı olduğu gözlenmiştir (U=874, p<0,05).

Tablo 3. İdrar çıkışı miktarlarına göre uygulanan ameliyat sisteminin karşılaştırılması						
Grup	n	Ortalama ± SS	Sıra toplamı	U	z	p
<b>İdrar çıkışı (net)*</b>						
Kovansiyonel sistem	50	722,4±692,102	2340	1065	-1,276	0,202
MİECC sistemi	50	796,7±691,09	2710			
<b>Pompa öncesi idrar çıkışı (mL)</b>						
Kovansiyonel sistem	50	174,4±147,6	2323	1048	-1,394	0,163
MİECC sistemi	50	224,4±185,2	2727			
<b>Toplam idrar çıkışı (mL)</b>						
Kovansiyonel sistem	50	1270,4±577,16	2315	1040	-1,449	0,147
MİECC sistemi	50	1369±512,09	2735			

Mann-Whitney U testi uygulanmıştır  
 (\*) İdrar çıkışı (net) = Toplam idrar çıkışı (mL) - pompa öncesi idrar çıkışı (mL)  
 SS: Standart sapma, MİECC: Minimal invaziv ekstrakorporeal dolaşım sistemi

Tablo 4. İntraoperatif dönemdeki kan kullanım miktarlarının MİECC ve kovansiyonel ameliyat sistemlerine göre karşılaştırılması						
Grup	n	Ortalama ± SS	Sıra toplamı	U	z	p
<b>Preoperatif ES kullanımı</b>						
Kovansiyonel sistem	50	0,38±0,854	2749,5	1025,5	-2,85	0,004
MİECC sistemi	50	0,04±0,282	2300,5			

Mann-Whitney U testi uygulanmıştır  
 SS: Standart sapma, MİECC: Minimal invaziv ekstrakorporeal dolaşım sistemi, ES: Eritrosit süspansiyonu

Tablo 5. AKK1 ve AKK2 kan gazı laktat düzeylerinin MİECC ve kovansiyonel ameliyat sistemlerine göre karşılaştırılması						
Grup	n	Ortalama ± SS	Sıra toplamı	U	z	p
<b>AKK_1.KG_LAKTAT</b>						
Kovansiyonel sistem	50	1,47±0,63	2628	1147	0,712	0,477
MİECC sistemi	50	1,36±0,533	2422			
<b>AKK_2.KG_LAKTAT</b>						
Kovansiyonel sistem	50	1,64±0,701	2811,5	963,5	1,983	0,047
MİECC sistemi	50	1,37±0,514	2238,5			

Mann-Whitney U testi uygulanmıştır  
 SS: Standart sapma, MİECC: Minimal invaziv ekstrakorporeal dolaşım sistemi, AKK: Aortik kross klemp, KG: Kan gazı



**Tablo 6. 34 °C ve 37 °C kan gazı laktat düzeylerinin MİECC ve kovansiyonel ameliyat sistemlerine göre karşılaştırılması**

Grup	n	Ortalama ± SS	Sıra toplamı	U	z	p
<b>34 °C KG LAKTAT</b>						
Kovansiyonel sistem	50	1,85±0,852	2880	895	-2,452	0,014
MİECC sistemi	50	1,46±0,549	2170			
<b>37 °C KG LAKTAT</b>						
Kovansiyonel sistem	50	2,17±0,932	2901	874	-2,596	0,009
MİECC sistemi	50	1,76±0,834	2149			
Mann-Whitney U testi uygulanmıştır SS: Standart sapma, MİECC: Minimal invaziv ekstrakorporeal dolaşım sistemi, KG: Kan gazı						

**Tablo 7. Postoperatif ve peroperatif HCT değerlerinin, kovansiyonel ve MİECC sistemlerine göre karşılaştırması**

Grup	n	Ortalama	SS	t	p
<b>Peroperatif HCT</b>					
Kovansiyonel sistem	50	39,39	5,6215	-4,965	0,000
MİECC sistemi	50	40,158	4,8637		
<b>Postoperatif HCT</b>					
Kovansiyonel sistem	50	30,308	4,4053	-0,731	0,0467
MİECC sistemi	50	34,872	4,7786		
Bağımsız örneklem t-testi uygulanmıştır SS: Standart sapma, MİECC: Minimal invaziv ekstrakorporeal dolaşım sistemi, HCT: Hematokrit					

## MİECC ve Kovansiyonel Sistem Kullanılan Hastaların Postoperatif ve Preoperatif HCT Oranlarının Karşılaştırılması

Tablo 7'de gösterildiği üzere ameliyat olan hastalara uygulanan sistemlerden MİECC sisteminin ( $\bar{X}=39,390\pm 5,6215$ ), preoperatif HCT değerleri düzeylerine göre kovansiyonel sistem ortalamasından ( $\bar{X}=40,158\pm 4,8637$ ) daha yüksek olduğu ve bu farkın anlamlı olmadığı gözlenmiştir ( $t_{98}=-0,731$   $p>0,05$ ).

Ayrıca tabloda gösterildiği üzere ameliyat olan hastalara uygulanan sistemlerden MİECC sisteminin  $\bar{X}=34,8720\pm 4,7786$ , postoperatif HCT değerleri düzeylerine göre kovansiyonel sistem ortalamasından  $\bar{X}=30,3080\pm 4,4053$  daha yüksek olduğu ve bu farkın anlamlı olduğu gözlenmiştir ( $t_{98}=-4,965$ ,  $p<0,05$ ).

## Tartışma

CABG, yaygın olarak kullanılan bir kardiyovasküler cerrahi prosedürdür ve KPB sistemlerinin kullanımı ile gerçekleştirilir. KPB, cerrahi sırasında kalp ve akciğer işlevlerini geçici olarak devralarak kalbin durdurulmasına olanak tanır. Ancak, KPB sırasında hemodilüsyon, yani kanın seyreltici etkisi ve kan kullanımının artması gibi önemli komplikasyonlar meydana gelebilir. Hemodilüsyon, kan hücrelerinin sayısının ve plazma konsantrasyonunun azalmasına yol açarak doku oksijenlenmesini olumsuz yönde etkileyebilir. Bu durum, operasyon sonrası komplikasyon risklerini artırabilir ve iyileşme sürecini uzatabilir. Kan kullanımı, yani kan transfüzyonları,

ameliyat sırasında kan kaybını telafi etmenin bir yolu olarak kullanılır ancak transfüzyonlar enfeksiyon riski ve immünolojik reaksiyonlar gibi istenmeyen etkilere neden olabilir (1,3).

Son yıllarda MİECC, bu sorunları azaltmak amacıyla ve kovansiyonel KPB sistemlerine alternatif olarak geliştirilmiştir. MİECC, daha küçük dolaşım hacmi ve minimal hemodilüsyon avantajları ile dikkat çekmektedir (4). Çalışmamız, bu iki yöntemin intraoperatif sonuçlarını karşılaştırarak klinik sonuçları değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

Bu çalışmaya dahil edilen 100 hastadan 50'sine MİECC, 50'sine ise kovansiyonel sistem ile CABG uygulanmıştır. Her iki grubun da yaş ortalamaları, KPB süresi ve kross klemp süresi arasında anlamlı bir fark olmaması iki sisteminde karşılaştırılabilir özellikte olduğunun belirteçlerinden biri olmuştur.

KPB sırasında hemodilüsyon, yıllarca hipotermi sırasında artan kan viskozitesine karşı olumlu bir etki sağladığı düşünülmüştür. Ancak son çalışmalar, hemodilüsyon ve morbidite arasında önemli bir ilişki olduğunu göstermektedir (5). Hemodilüsyon, nedeniyle kanın seyrelmesine bağlı olarak HCT düşüşü meydana gelir (6). KPB sırasındaki en düşük HCT seviyesi, postoperatif akut böbrek yaralanması, inme ve mortalite için geniş bir şekilde kabul edilen bir risk faktörüdür. Bu ilişkinin yaygın olarak kabul gören yorumuna göre, KPB'nin çok düşük bir HCT seviyesinde uygulanması, yetersiz bir oksijen teslimatına neden olabilir ve bu da organlarda doksisiyaya ve ardışık organ yetmezliğine yol açabilir (3). Çalışmamızda MİECC sisteminin

postoperatif HCT değerleri düzeylerine göre konvansiyonel sistem ortalamasından daha yüksek olduğu ve bu farkın anlamlı olduğu gözlenmiştir ( $p<0,05$ ). MİECC, azalmış hemodilüsyon ve azalan kan transfüzyonu ihtiyacından dolayı kan koruma devresi olarak bilinir. Ayrıca, düşük antikoagülasyon protokolleri endotel aktivasyonunu azaltırken, pıhtılaşma bütünlüğü üzerinde koruyucu etkiye sahiptir (7). Anastasiadis ve ark.'nın (8) 2010'da yaptıkları CABG ameliyatı geçiren 99 hastanın yer aldığı prospektif randomize bir çalışmada, MİECC grubunda hemodilüsyonun daha az olduğunu ( $p=0,001$ ) tespit etmişlerdir. Bizim yaptığımız çalışmada ise hemodilüsyon HCT düşüşü olarak değerlendirildi ve MİECC grubu hastaların hemodilüsyon oranı konvansiyonel sisteme göre daha düşük olduğu ve bu farkın anlamlı olduğu gözlenmiştir ( $p<0,05$ ). Yine benzer bir şekilde Wiesenack ve ark. (9) yaptıkları çalışmada MİECC grubu hastaların intraoperatif hemodilüsyon oranının konvansiyonel sisteme göre daha düşük olduğunu ve bu farklılığın anlamlı olduğunu ( $p<0,05$ ) tespit etmişlerdir. Hemodilüsyon ve HCT seviyeleri, MİECC sisteminin kullanımı sırasında dikkate alınması gereken önemli parametrelerdir. Daha düşük hemodilüsyon seviyeleri ve daha yüksek HCT değerleri, MİECC sisteminin dokuların oksijenasyonu ve perfüzyonu açısından olumlu etkileri olabileceğini göstermektedir. Mandak ve ark.'ın (10) 24 hasta üzerinde yaptıkları, MİECC ve konvansiyonel sisteminin periferik doku oksijenasyonu ile ilgili çalışmada, MİECC sisteminin hemodilüsyonu engelleme ve daha yüksek HCT seviyelerini koruma potansiyeli, postoperatif dönemde böbrek fonksiyonlarını sürdürmek ve koplakasyon riskini azaltmak açısından önemli bir avantaj sağlayacağını ifade etmişlerdir. MİECC ve konvansiyonel KPB sisteminin devre uzunluğu karşılaştırıldığında, iki sistem arasındaki tüp çapı benzer olsa da, MİECC'nin (80 cm) tüp uzunluğu konvansiyonel KPB'ninkinin (150 cm) yaklaşık yarısı kadardır (11). Bu da doldurma hacminin kısıtlanmasına neden olur. Sonuç olarak, daha az sıvı gereksinimine dolayısıyla daha az hemodilüsyona neden olur (12).

Çalışmamızda MİECC sisteminin KPB süresince alınan sıvı verilerine göre konvansiyonel sistemden daha düşük olduğu ve bu farkın anlamlı olduğu ( $p<0,05$ ) gözlenmiştir. Bunun yanı sıra ameliyat boyunca anestezi tarafından verilen sıvı verilerine göre konvansiyonel sistemden daha düşük olduğu fakat bu farkın anlamlı olmadığı gözlenmiştir. Toplam sıvı miktarlarına göre konvansiyonel sistemden daha düşük olduğu ve bu farkın anlamlı olduğu gözlenmiştir ( $U=847$ ,  $p<0,05$ ). Bu durumun fazla hemodilüsyona katkıda bulunduğunu tespit ettik. Buna benzer olarak literatürde total intravenöz sıvı alımının konvansiyonel KPB sistemine kıyasla MİECC sisteminde daha düşük olduğuna dair çalışmalar vardır (13). Bunun yanı sıra çalışmamızda intraoperatif idrar çıkışlarını iki sistem için kıyaslandığında MİECC sisteminin sıra ortalamalarının daha yüksek olduğu gözlenmiştir fakat bu farklılığın konvansiyonel sistemle aralarında anlamlı farklılık gözlenmemiştir ( $p>0,05$ ).

Kalp cerrahisi geçiren hastalarda allojenik kan ürünü kullanımı, morbidite ve mortalite açısından bağımsız bir öngördürücü olarak belirlenmiştir. Özellikle 1-2 ünite kırmızı kan hücresi transfüzyonu dahi uzamış ventilatör desteği, böbrek yetmezliği, inme, miyokard iskemisi ve enfeksiyonlar gibi artmış morbidite oranları ile ilişkili bulunmuş ve erken ile geç dönemde mortalite oranlarının yükselmesine neden olmuştur (14). Bizim çalışmamızda MİECC'nin intraoperatif dönemdeki kan kullanım miktar verilerine göre konvansiyonel sistemden daha düşük olduğu ve bu farkın anlamlı olduğu gözlenmiştir ( $U=1025,50$ ,  $p<0,05$ ). Literatüre baktığımızda sonuçlarımız, Anastasiadis ve ark. (4), Harling ve ark. (15), Zangrillo ve ark. (16), van Boven ve ark. (17) ve Benedetto ve ark. (18) ile El-Essawi ve ark.'nın (19) yaptığı 500 hastalık randomize çalışmasıyla uyumludur. Ellam ve ark.'nın (20) 2019'da yaptığı çalışma da MİECC'nin kırmızı kan hücresi kullanımını azalttığına dair çalışmaları mevcuttur. Ancak, Ellam ve ark.'nın (13) 2023 yılında yaptıkları çalışmada MİECC grubunun kırmızı kan hücresine duyulan ihtiyacında bir azalma göstermesinde yetersiz kalmıştır. Remadi ve ark.'nın (21), çalışmasına göre MİECC olgularının %6,0'ında intraoperatif kan transfüzyonu gözlemlenirken, konvansiyonel KPB olgularının %12,8'inde görülmüştür ( $p<0,001$ ). Stalder ve ark. (22), tarafından yapılan çalışmada, MİECC hastalarında ortalama kırmızı hücre transfüzyonu 0,27 ünite iken, konvansiyonel KPB hastalarında, 2,79 üniteydi ( $p<0,05$ ). Bu bulgular, kardiyak cerrahi operasyonlarında dolaşım yöntemi seçimi konusunda klinik pratikte dikkate alınması gereken önemli bir faktördür.

Doku perfüzyonunun yeterliliğinin değerlendirmek amacıyla kan laktat seviyelerinin ölçülmesi yaygın bir uygulamadır (23). Ancak, artan kan laktat seviyelerinin yorumlanması bir çok değişkenle sınırlı olabilir. Ani asit-baz dengesi değişiklikleri, organlar arası substrat aktarımı, periferik ve viseral doku perfüzyonu ile hepatik laktat alımı gibi faktörler, kan laktat seviyelerini etkileyebilir ve bu durumlar kardiyak cerrahi sırasında ve sonrasında ortaya çıkabilir. Perioperatif postoperatif dönemde hiperlaktatemi mevcut olduğu zaman yetersiz doku perfüzyonuna işaret edebilir (22). Çalışmamızda kross klemp koyulduktan sonra alınan ilk kan gazında ve 2. kan gazında (AKK1 ve AKK2) MİECC sisteminin; AKK\_1\_LAKTAT düzeylerine göre konvansiyonel sistemden daha düşük olduğu fakat bu farkın anlamlı olmadığı gözlenmiştir. AKK\_2\_LAKTAT düzeylerine göre konvansiyonel sistemden daha düşük olduğu ve bu farkın anlamlı olduğu gözlenmiştir ( $U=963,50$ ,  $p<0,05$ ). Hasta ısı 34 °C ve 37 °C iken alınan kan gazında MİECC sisteminin; 34 °C KG LAKTAT düzeylerine göre konvansiyonel sistemden daha düşük olduğu ve bu farkın anlamlı olduğu gözlenmiştir ( $U=895$ ,  $p<0,05$ ). 37 °C KG LAKTAT düzeylerine göre konvansiyonel sistemden daha düşük olduğu ve bu farkın anlamlı olduğu gözlenmiştir ( $U=874$ ,  $p<0,05$ ). Modrau ve ark.'nın (24) yaptığı çalışmada postoperatif dönemde MİECC grubunda, konvansiyonel KPB grubuna kıyasla laktat seviyesinin anlamlı olarak daha düşük

olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca Condello ve ark.'nın (25) yaptığı çalışmada MİECC hastalarında intraoperatif laktat oluşumunda konvansiyonel sisteme göre anlamlı bir azalma gözlenmiştir.

## Sonuç

Bu çalışmada, izole CABG operasyonu geçirmiş hastalarda intraoperatif dönem hemodilüsyon, hastaya verilen sıvı miktarları, kan kullanım miktarları, kan gazı serum laktat düzeyleri, idrar çıkışları ve postoperatif HCT değerleri gibi faktörlerin MİECC sistemi ve konvansiyonel sistem arasındaki farkları incelenmiştir. Sonuç olarak, MİECC sistemi ile ameliyat edilen hastalarda intraoperatif kan kullanım miktarında, hemodilüsyon oranında, operasyon boyunca alınan toplam sıvı miktarında ve kan gazı serum laktat düzeyleri, konvansiyonel sisteme oranla daha düşük olduğu gözlenmiştir. Ayrıca, postoperatif HCT değeri MİECC sistemi ile ameliyat olan hastalarda daha yüksek çıkmıştır.

Bu sonuçlara göre, MİECC sisteminin kalp cerrahisi operasyonlarında kullanımının hastaların klinik parametreler üzerinde olumlu etkiler sağlayabileceği gözlemlenmiştir. MİECC sistemi ve konvansiyonel sistem arasındaki klinik sonuçlar üzerine karşılaştırmaları içeren daha geniş örneklem çalışmaları, her iki sistemin avantajları ve dezavantajları konusunda daha sağlam bir temel oluşturacaktır.

## Etik

**Etik Kurul Onayı:** Araştırmamız, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Kartal Koşuyolu Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Klinik Araştırmalar Etik Kurulu onayının (karar numarası: 2024/13/866, tarih: 16.07.2024) ardından tek merkezli, kesitsel, retrospektif taramaya dayalı bir çalışma olarak yürütülmüştür.

**Hasta Onayı:** Retrospektif çalışma.

## Yazarlık Katkıları

Cerrahi ve Medikal Uygulama: K.İ., İ.Y., Konsept: K.İ., İ.Y., A.K., Dizayn: K.İ., İ.Y., A.K., H.K., Veri Toplama veya İşleme: K.İ., İ.Y., A.K., Analiz veya Yorumlama: K.İ., İ.Y., A.K., H.K., M.E.G., M.K.K., Literatür Arama: K.İ., İ.Y., H.K., Yazan: K.İ., İ.Y., A.K.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar tarafından çıkar çatışması bildirilmemiştir.

**Finansal Destek:** Yazarlar tarafından finansal destek almadıkları bildirilmiştir.

## Kaynaklar

1. Kowalewski M, Pawliszak W, Raffa GM, Malvindi PG, Kowalkowska ME, Zaborowska K, et al. Safety and efficacy of miniaturized extracorporeal circulation when compared with off-pump and conventional coronary artery bypass grafting: evidence synthesis from a comprehensive Bayesian-framework network meta-analysis of 134 randomized controlled trials involving 22 778 patients. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2016;49(5):1428-1440.
2. Dzik WH. The James Blundell Award Lecture 2006: transfusion and the treatment of haemorrhage: past, present and future. *Transfus Med.* 2007;17(5):367-374.
3. Ranucci M, Carboni G, Cotza M, Bianchi P, Di Dedda U, Aloisio T, et al. Hemodilution on cardiopulmonary bypass as a determinant of early postoperative hyperlactatemia. *PLoS One.* 2015;10(5):e0126939.
4. Anastasiadis K, Antonitsis P, Haidich AB, Argiriadou H, Deliopoulos A, Papakonstantinou C. Use of minimal extracorporeal circulation improves outcome after heart surgery; a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Cardiol.* 2013;164(2):158-169.
5. Jonas RA, Wypij D, Roth SJ, Bellinger DC, Visconti KJ, du Plessis AJ, et al. The influence of hemodilution on outcome after hypothermic cardiopulmonary bypass: results of a randomized trial in infants. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2003;126(6):1765-1774.
6. Habib RH, Zacharias A, Schwann TA, Riordan CJ, Durham SJ, Shah A. Adverse effects of low hematocrit during cardiopulmonary bypass in the adult: should current practice be changed? *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2003;125(6):1438-1450.
7. Anastasiadis K, Antonitsis P, Ranucci M, Murkin J. Minimally Invasive Extracorporeal Circulation (MiECC): Towards a More Physiologic Perfusion. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2016;30(2):280-281.
8. Anastasiadis K, Asteriou C, Deliopoulos A, Argiriadou H, Karapanagiotidis G, Antonitsis P, et al. Haematological effects of minimized compared to conventional extracorporeal circulation after coronary revascularization procedures. *Perfusion.* 2010;25(4):197-203.
9. Wiesenack C, Liebold A, Philipp A, Ritzka M, Koppenberg J, Birnbaum DE, et al. Four years' experience with a miniaturized extracorporeal circulation system and its influence on clinical outcome. *Artif Organs.* 2004;28(12):1082-1088.
10. Mandak J, Brzek V, Svitek V, Dergel M, Lago Chek J, Volt M, et al. eripheral tissue oxygenation during standard CPB and miniaturized CPB (direct oxymetric tissue perfusion monitoring study). *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub.* 2013;157(1):81-89.
11. Remadi JP, Marticho P, Butoi I, Rakotoarivelo Z, Trojette F, Benamar A, et al. Clinical experience with the mini-extracorporeal circulation system: an evolution or a revolution?. *Ann Thorac Surg.* 2004;77(6):2172-2175.
12. Baikoussis NG, Papakonstantinou NA, Apostolakis E. The "benefits" of the mini-extracorporeal circulation in the minimal invasive cardiac surgery era. *J Cardiol.* 2014;63(6):391-396.
13. Ellam S, Räsänen J, Hartikainen J, Selander T, Juutilainen A, Halonen J. Impact of minimal invasive extracorporeal circulation on perioperative intravenous fluid management in coronary artery bypass surgery. *Perfusion.* 2023;38(1):135-141.
14. Kilic A, Whitman GJ. Blood transfusions in cardiac surgery: indications, risks, and conservation strategies. *Ann Thorac Surg.* 2014;97(2):726-734.
15. Harling L, Warren OJ, Martin A, Kemp PR, Evans PC, Darzi A, et al. Do miniaturized extracorporeal circuits confer significant clinical benefit without compromising safety? A meta-analysis of randomized controlled trials. *ASAIO J.* 2011;57(3):141-151.
16. Zangrillo A, Garozzo FA, Biondi-Zoccai G, Pappalardo F, Monaco F, Crivellari M, et al. Miniaturized cardiopulmonary bypass improves short-term outcome in cardiac surgery: a meta-analysis of randomized controlled studies. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2010;139(5):1162-1169.
17. van Boven WJ, Gerritsen WB, Waanders FG, Haas FJ, Aarts LP. Mini extracorporeal circuit for coronary artery bypass grafting: initial clinical

- and biochemical results: a comparison with conventional and off-pump coronary artery bypass grafts concerning global oxidative stress and alveolar function. *Perfusion*. 2004;19(4):239-246.
18. Benedetto U, Angeloni E, Refice S, Capuano F, Goracci M, Roscitano A, et al. Is minimized extracorporeal circulation effective to reduce the need for red blood cell transfusion in coronary artery bypass grafting? Meta-analysis of randomized controlled trials. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2009;138(6):1450-1453.
  19. El-Essawi A, Hajek T, Skorpil J, Böning A, Sabol F, Ostrovsky Y, et al. Are minimized perfusion circuits the better heart lung machines? Final results of a prospective randomized multicentre study. *Perfusion*. 2011;26(6):470-478.
  20. Ellam S, Pitkänen O, Lahtinen P, Musialowicz T, Hippeläinen M, Hartikainen J, et al. Impact of minimal invasive extracorporeal circulation on the need of red blood cell transfusion. *Perfusion*. 2019;34(7):605-612.
  21. Remadi JP, Rakotoarivelo Z, Marticho P, Benamar A. Prospective randomized study comparing coronary artery bypass grafting with the new mini-extracorporeal circulation Jostra System or with a standard cardiopulmonary bypass. *Am Heart J*. 2006;151(1):198.
  22. Stalder M, Gygax E, Immer FF, Englberger L, Tevaearai H, Carrel TP. Minimized cardiopulmonary bypass combined with a smart suction device: the future of cardiopulmonary bypass? *Heart Surg Forum*. 2007;10(3):235-238.
  23. Takala J, Uusaro A, Parviainen I, Ruokonen E. Lactate metabolism and regional lactate exchange after cardiac surgery. *New Horiz*. 1996;4(4):483-492.
  24. Modrau IS, Halle DR, Nielsen PH, Kimose HH, Greisen JR, Kremke M, et al. Impact of minimally invasive extracorporeal circulation on coagulation - a randomized trial. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2020;57(6):1145-1153.
  25. Condello I, Santarpino G, Bartolomucci F, Valenti G, Di Bari N, Moscarelli M, et al. Minimally invasive extracorporeal circulation in end-stage coronary artery disease patients undergoing myocardial revascularization. *J Cardiothorac Sur*. 2021;16(1):356.

# Farklı Yüzey Alanlı Membran Oksijenatörlerin Düşük Yüzey Alanlı Hastalarda Kullanımı

## Use of Membrane Oxygenators with Different Surface Areas in Low Surface Area Patients

Elif Bilge Karaman

Sakarya Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği, Perfüzyon Bölümü, Sakarya, Türkiye

### Öz

**Amaç:** Kardiyopulmoner bypass (KPB) uygulamalarında yetişkin hastalar için seçilen oksijenatör çeşitliliği, düşük yüzey alanına sahip hastalarda hemodilüsyon seviyelerini ve kan transfüzyonu ihtiyacını artırabilmektedir. Bu çalışmada, düşük yüzey alanlı hastalarda farklı yüzey alanlarına sahip membran oksijenatörlerin kullanımıyla farklı ısılarda oksijenlenme düzeyleri, laktat, hematokrit değerleri, hemodilüsyon düzeyleri ve kan transfüzyonu üzerindeki etkileri araştırılmıştır.

**Gereç ve Yöntem:** Ocak 2020-Şubat 2024 tarihleri arasında Sakarya Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde KPB kullanılarak ameliyat edilen 73 hasta retrospektif olarak incelendi. Hastalar 1,5 m<sup>2</sup> grup 1 (n=34), 1,75 m<sup>2</sup> grup 2 (n=19), 2,00 m<sup>2</sup> yüzey alanlı oksijenatör kullanılan grup 3 olarak ayrıldı. Üç grup farklı kan ısılarında peroperatif ve postoperatif (postop) biyokimyasal değerleri incelendi. Parsiyel oksijen basıncı, oksijen yüzdesi miktarı, laktat, alanin aminotransferaz (ALT), aspartat aminotransferaz (AST), tahmini glomerüler filtrasyon oranı (eGFR), gama glutamil transferaz (GGT), laktat dehidrogenaz (LDH), kreatin düzeyleri incelenmiştir.

**Bulgular:** Farklı yüzey alanlı membran oksijenatör grupları arasında hafif hipotermik ve normotermik parsiyel oksijen basınçları açısından anlamlı fark elde edilmiştir (p=0,002, p=0,003). 1,5 m<sup>2</sup> grubunda, laktat, ALT, AST, eGFR, GGT, LDH, kreatin düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir (p<0,05). Gruplar arası intraoperatif dönemde kan ürünü kullanımları arasında anlamlı bir fark elde edilmemiştir (p<0,05). Postop dönem eritrosit süspansiyonu kullanımında anlamlı fark elde edilmiştir (p=0,047). Bulgular, düşük yüzey alanlı hastalarda küçük yüzey alanlı membran oksijenatörlerin kullanımıyla hemodilüsyon ve kan transfüzyonu ihtiyacının azaltılabileceğini göstermektedir.

**Sonuç:** Düşük yüzey alanlı membran oksijenatörler, hemodilüsyon ve kan transfüzyonu ihtiyacını azaltarak ameliyat sonrası iyileşme sürecini hızlandırabilir ve komplikasyon riskini azaltabilir, bu da tedavi kalitesini artırır.

**Anahtar Kelimeler:** Düşük yüzey alanı, membran oksijenatör, hamodilüsyon, kan transfüzyonu

### Abstract

**Objective:** The oxygenators selected for adult cardiopulmonary bypass (CPB) applications may increase haemofiltration levels and the need for blood transfusion in patients with low surface areas. In this study, the effects of membrane oxygenators with different surface areas on oxygenation, lactate, hematocrit, hemodilution, and blood transfusion at different temperatures were investigated in patients with low surface areas.

**Materials and Methods:** Between January 2020 and February 2024, 73 patients who underwent CPB at Sakarya Training and Research Hospital were retrospectively analyzed. Patients were divided into 1.5 m<sup>2</sup> group 1 (n=34), 1.75 m<sup>2</sup> group 2 (n=19), and 2.00 m<sup>2</sup> surface area oxygenator group 3. Peroperative and postoperative biochemical values were analyzed in three groups at different blood temperatures. The partial oxygen pressure, fraction of inspired oxygen, lactate, alanine transaminase (ALT), aspartate aminotransferase (AST), estimated glomerular filtration rate (eGFR), gamma-glutamyl transferase (GGT), lactate dehydrogenase (LDH), and creatine levels were analyzed.

**Results:** A significant difference was observed between membrane oxygenator groups with different surface areas in terms of mild hypothermic and normothermic partial oxygen pressures (p=0.002, p=0.003). In the 1.5 m<sup>2</sup> group, there was no significant difference in lactate, ALT, AST, eGFR, GGT, LDH, and creatine levels (p<0.05). There was no significant difference in the use of blood products during the intraoperative period between the groups (p<0.05). A significant difference was observed in the use of erythrocyte suspension in the postoperative period (p=0.047).

**Conclusion:** Low-surface-area membrane oxygenators can accelerate the postoperative recovery process and reduce the risk of complications by reducing the need for hemodilution and blood transfusion.

**Keywords:** Low surface area, membrane oxygenator, hemodilution, blood transfusion



**Yazışma Adresi/Address for Correspondence:** Elif Bilge Karaman, Sakarya Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği, Perfüzyon Bölümü, Sakarya, Türkiye

**Tel.:** +90 533 168 34 45 **E-posta:** elifbilgekaraman@gmail.com **ORCID ID:** orcid.org/0000-0003-4078-3049

**Geliş Tarihi/Received:** 08.08.2024 **Kabul Tarihi/Accepted:** 01.09.2024

## Giriş

Kardiyovasküler hastalıkların yaygınlaşmasıyla birlikte, cerrahi müdahalelerde ekstrakorporeal dolaşım (EKD) sistemlerinin kullanımı artmıştır. EKD, ameliyat sırasında kalp ve akciğer fonksiyonlarını geçici olarak üstlenerek vücut dışı dolaşımı sağlar (1). Azalan kan hücreleri veya yabancı yüzey ile temas kaynaklı enflamatuvar yanıt ameliyat sonrası iyileşme sürecinde önemli rol oynar (2,3). Oksijenatörlerin yüzey alanı ve primer hacmi, hemodilüsyon ve kan transfüzyonu ihtiyacını doğrudan etkileyebilir (3). Doku perfüzyonu için gerekli hematokrit (HTC) miktarının EKD boyunca %20-30 arası tutulması, güvenli olarak kabul görmüş ortak düzeylerdir (4). Düşük yüzey alanlı hastalarda hemodilüsyon miktarını ve kan transfüzyonu ihtiyacını minimize etmek amacıyla farklı yüzey alanına sahip membran oksijenatörlerin etkileri incelenmiştir.

Açık kalp cerrahisinde kullanılan transfüzyon protokolleri, dünyada sağlık hizmetlerinde kullanılan kan ve kan ürünü kullanım oranını önemli ölçüde artırmaktadır (5). Perfüzyon başlangıcında hastanın kan volümü, EKD sistemi ile bulunduğu sistem içerisindeki prime volümü sebebiyle belirli bir miktar hemodilüsyona uğrar (6). Hemodilüsyonun EKD kaynaklı hemolizi azaltması istenen bir durum olsa da, düşük yüzey alanına sahip hastalarda hemodilüsyonu güvenli sınırlar arasında devam ettirmek çeşitli sebeplerden dolayı zorlaşmaktadır. Biz bu çalışmamızda oksijenatör seçiminin hasta kan yönetiminde etkinliğini belirlemeyi, kan ve kan ürünü kullanımını azaltabileceğini göstermeyi amaçlamaktayız.

## Gereç ve Yöntemler

Bu çalışma Sakarya Eğitim ve Araştırma Hastanesi bünyesinde açık kalp cerrahisi operasyonu yapılan hasta onamları alınmış 73 erişkin hasta üzerinde retrospektif olarak düzenlenmiştir. Çalışma için Üsküdar Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu tarafından etik kurul onayı alınmıştır (onay no: 61351342/OCAK 2024-104, tarih: 31.01.2024).

Tablo 1'de çalışmada kullanılan oksijenatörlerin bazı teknik özellikleri verilmiştir. Yüzey alanlarının farklılıkları grupları belirlemede rol oynamıştır.

EKD esnasında, 1,5 m<sup>2</sup> yüzey alanlı oksijenatör grup 1 (n=34), 2,0 m<sup>2</sup> yüzey alanlı oksijenatör grup 2 (n=20), 1,75 m<sup>2</sup> yüzey alanlı oksijenatör grup 3 (n=19) olarak üçe ayrılmıştır.

Marka model	Yüzey alanı	Mikron	Maksimum dönüş flow/L
Terumo fx15	1,5 m <sup>2</sup>	32	5,0 L
Terumo fx25	2,5 m <sup>2</sup>	32	7,0 L
Sorin Inspire 8f	1,75 m <sup>2</sup>	41	8 L

Üç grubun preoperatif, peroperatif ve postoperatif (postop) biyokimyasal değerleri karşılaştırılmıştır. Hastaların EKD öncesi, EKD başlangıç, ısınma periyodu EKD sonrası ve postop 24. saat kan parametreleri değerlendirildi.

## Hastaların Dahil Edilme Kriterleri

Her üç grubun da demografik özelliklerinde vücut yüzey alanı (BSA) <1,8 m<sup>2</sup> olan hastalar seçilmiştir. Elektif koroner bypass grefti, izole/çoklu kapak replasmanları dahil edilip, acil veya aort cerrahisi geçiren hastalar dışlanmıştır. Kronik böbrek yetmezliği veya pyelotomi geçirmiş hastalar dışlanma kriterleri arasındadır. Preoperatif diyaliz ihtiyacı veya intraaortik balon kullanımı, intraoperatif hemofiltrasyon ihtiyacı dışlama kriterlerindedir. Orta hipotermik koşullarda gerçekleşmiş (32 °C), 25-85 yaş aralığında olan ve ejeksiyon fraksiyonu değeri %40 ve üzeri olan hastalar preoperatif, intraoperatif ve postop parsiyel oksijen basıncı, oksijen yüzdesi miktarı (FiO<sub>2</sub>), laktat, alanin aminotransferaz (ALT), aspartat aminotransferaz (AST), tahmini glomerüler filtrasyon oranı (eGFR), gama glutamil transferaz (GGT), laktat dehidrogenaz (LDH), kreatin düzeyleri incelenmiştir.

## İstatistiksel Analiz

Toplanan veriler, Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirilmiş, normal dağılım gösteren veriler için bağımsız örneklem t-testi, normal dağılım göstermeyen veriler için ise Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi p<0,05 olarak belirlenmiştir.

## Bulgular

Açık kalp cerrahisi uygulanan koroner arter bypass grefti, izole/kombine mitral kapak, aort ve triküspit kapak replasmanı geçiren hastalarda oksijenatör grupları ile yaş (p=0,583), BSA (p=0,201) ve vücut kitle indeksi (p=0,185) sınıfları arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki yoktur (p>0,05). Gruplar belirtilen özellikler açısından bağımsız ve homojen olduğu Tablo 2'de belirtilmiştir. Tablo 3'te kullanılan oksijenatör ile birlikte arteriyel kanda parsiyel oksijen miktarı karşılaştırıldığında anlamlı fark görüldüğü (p=0,002, 0,003) fakat değerlerin güvenli sınırlar arasında olduğundan dolayı <1,80 m<sup>2</sup> BSA olan hastalarda daha düşük yüzey alanı kullanarak yeterli perfüzyonun sağlanabildiği gözlemlenmiştir. Tablo 4'te kross klemp öncesi ve sonrası hafif hipotermik ve normotermik ayarlanmış FiO<sub>2</sub> oranları verilmiştir. Kardiyopulmoner bypass (KPB) giriş hafif hipotermik FiO<sub>2</sub> oranları karşılaştırıldığında anlamlı fark yoktur (p=0,282). Kross sonrası normotermik FiO<sub>2</sub> oranı 1,5 m<sup>2</sup> oksijenatörde diğer oksijenatörlere kıyasla %13'lük bir artırım görülmektedir. Bu artışa rağmen normotermik arteriyel pO<sub>2</sub> değerlerinde %17'lik bir fark görülmüştür. Tablo 5'te farklı zamanlarda oksijenatörler arası hafif hipotermik



**Tablo 2. Gruplar arası demografik veriler**

Gruplar	Total (n=73)	Terumo fx15 (n=34)	Terumo fx25 (n=20)	Sorin Inspire 8f (n=19)	p
Yaş <sup>Ort ± SS</sup>	62,94±9,40	61,91±10,49	63,00±8,16	64,73±8,74	0,583
BSA <sup>Ort ± SS</sup>	1,67±0,11	1,65±0,13	1,70±0,09	1,66±0,07	0,201
BMI <sup>Ort ± SS</sup>	25,52±3,64	26,24±4,04	24,35±3,75	25,47±2,44	0,185

BSA: Vücut yüzey alanı, BMI: Vücut kitle indeksi, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma

**Tablo 3. Farklı ısılarda arteriyel kanda parsiyel oksijen miktarı**

pO <sub>2</sub> miktarı	Oksijenatör tipi			p
	Terumo fx15	Terumo fx25	Sorin Inspire	
EKD giriş hafif hipotermik pO <sub>2</sub> miktarı	261,02±56,73	291,85±41,36	309,52±37,11	0,002
Normotermik pO <sub>2</sub> miktarı	219,70±60,31	266,60±49,28	266,84±57,57	0,003

pO<sub>2</sub>: Parsiyel oksijen, EKD: Ekstrakorporeal dolaşım

**Tablo 4. Farklı ısılarda FiO<sub>2</sub> oranları**

	Oksijenatör tipi			p
	Terumo fx15	Terumo fx25	Sorin Inspire	
Hafif hipotermik FiO <sub>2</sub> oranı <sup>Ort ± SS</sup>	60,29±6,38	60,52±3,68	58,15±6,28	0,282
Normotermik FiO <sub>2</sub> oranı <sup>Ort ± SS</sup>	68,18±7,37	63,00±3,40	60,55±5,91	0,001

FiO<sub>2</sub>: Oksijen yüzdesi miktarı, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma

**Tablo 5. Farklı ısılarda HTC değerleri**

HTC değeri	Oksijenatör tipi			p
	Terumo fx15	Terumo fx25	Sorin Inspire	
Hafif hipotermik kanda hematokrit	37,08±4,28	37,54±4,28	36,89±4,28	0,889
KPB en düşük hematokrit	23,24±3,03	24,02±3,03	21,84±3,03	0,070
Postop 0 hematokrit	28,38±3,10	29,03±3,10	28,99±3,10	0,702
EKD çıkış HTC	25,42±3,11	25,56±3,09	24,98±2,45	0,816

Postop: Postoperatif, HTC: Hematokrit, KPB: Kardiyopulmoner bypass, EKD: Ekstrakorporeal dolaşım

kanda HTC karşılaştırıldığında anlamlı fark yoktur (p=0,889). Oksijenatörler arası KPB en düşük HTC değerleri açısından anlamlı bir fark yoktur (p=0,070). Oksijenatörler arası postop 0 HTC değerleri açısından anlamlı bir fark yoktur (p=0,702). Oksijenatörler arası EKD çıkış HTC değerleri açısından anlamlı bir fark yoktur (p=0,816). Tablo 6'da hastanın ameliyat sonrası yoğun bakım transferi yapıldıktan sonra ve postop 24. saatte elde edilen arteriyel ALT, AST, eGFR, GGT ve LDH, değerleri verilmektedir. Kullanılan farklı yüzey alanlı oksijenatörlerde postop 0 AST değeri açısından anlamlı fark yoktur (p=0,185). Kullanılan farklı yüzey alanlı oksijenatörlerde postop 0 ALT değeri açısından anlamlı fark yoktur (p=0,448). Kullanılan farklı yüzey alanlı oksijenatörlerde postop 0 eGFR değeri açısından anlamlı fark yoktur (p=0,503). Kullanılan farklı yüzey alanlı oksijenatörlerde postop 0 GGT değeri açısından anlamlı fark yoktur (p=0,156). Kullanılan farklı yüzey alanlı oksijenatörlerde postop 0 LDH değeri açısından anlamlı fark yoktur (p=0,430). Kullanılan farklı yüzey alanlı oksijenatörlerde

postop 24 AST değeri açısından anlamlı fark yoktur (p=0,228). Kullanılan farklı yüzey alanlı oksijenatörlerde postop 24 ALT değeri açısından anlamlı fark yoktur (p=0,178). Kullanılan farklı yüzey alanlı oksijenatörlerde postop 24 eGFR değeri açısından anlamlı fark yoktur (p=0,146). Kullanılan farklı yüzey alanlı oksijenatörlerde postop 24 GGT değeri açısından anlamlı fark vardır (p=0,032). Kullanılan farklı yüzey alanlı oksijenatörlerde postop 24 LDH değeri açısından anlamlı fark yoktur (p=0,720).

Tablo 7'de farklı yüzeyli oksijenatörlerin taze donmuş plazma (TDP) ve eritrosit süspansiyonu (RBC) kullanımları karşılaştırıldığında intraoperatif ve postop dönemde kullanılan TDP miktarları arası anlamlı bir fark yoktur. Oksijenatörler arası RBC kullanımında intraoperatif süreçte kullanılan RBC miktarları arasında anlamlı bir fark olmazken, postop dönemde RBC kullanımında istatistiksel olarak anlamlı bir azalma görülmüştür (p=0,047).

**Tablo 6. ALT, AST, eGFR, GGT, LDH değerleri**

Parametre	Terumo fx15	Terumo fx25	Sorin Inspire	p
Postop 0 AST	99,33±78,58	71,26±35,32	75,26±39,86	0,185
Postop 0 ALT	43,38±54,37	30,95±11,62	32,95±16,25	0,448
Postop 0 eGFR	83,00±22,81	76,93±13,39	79,00±17,13	0,503
Postop 0 GGT	24,06±9,00	26,40±12,12	30,21±13,24	0,156
Postop 0 LDH	432,16±101,42	395,28±87,15	422,94±114,87	0,430
Postop 24 AST	62,35±35,67	60,65±49,13	44,89±18,35	0,228
Postop 24 ALT	31,18±21,33	24,30±8,14	23,89±10,18	0,178
Postop 24 eGFR	89,38±23,27	78,21±17,06	85,43±16,03	0,146
Postop 24 GGT	22,76±7,43	27,95±13,11	31,42±16,02	0,032
Postop 24 LDH	350,92±115,17	372,51±115,16	345,29±108,59	0,720

Postop: Postoperatif, ALT: Alanin aminotransferaz, AST: Aspartat aminotransferaz, eGFR: Tahmini glomerüler filtrasyon oranı, GGT: Gama glutamil transferaz, LDH: Laktat dehidrogenaz

**Tablo 7. Oksijenatör tipine göre yapılan kan ürünü kullanımının karşılaştırılması**

	Oksijenatör tipi			p
	Terumo fx15	Terumo fx25	Sorin Inspire	
TDP	0	0,05±0,22	0,26±0,45	0,263
Postop TDP	5,56±1,26	6±1,33	5,78±1,22	0,483
RBC	0,44±0,61	0,40±0,68	0,73±0,87	0,166
Postop RBC	2,31±1,09	3±1,25	3±1,10	0,047

TDP: Taze donmuş plazma, Postop: Postoperatif, RBC: Eritrosit süspansiyonu

## Tartışma

Bu çalışmada, açık kalp cerrahisi sırasında KPB cihazı kullanılan hastalarda oksijenatör yüzey alanı seçiminin doku perfüzyonu üzerine etkileri, kan ve kan ürünü kullanımı üzerine etkileri incelenmiştir. Bulgularımız, mevcut literatürdeki bazı çalışmalarla uyumlu olup, bazı farklılıklar da göstermektedir.

Rossi ve ark. (7) çalışması kan transfüzyonu ihtiyacının azaldığını göstermiştir. Bu çalışmada düşük yüzey alanlı oksijenatörlerin preoperatif anemisi olan hastalarda kan ürünü kullanımını minimize etme potansiyeli incelenmiştir. Oksijenatörler arası KPB boyunca kan ürünü kullanımında anlamlı fark bulunamamıştır. Bronson ve ark. (8) çalışmasında ise  $1,5 < BSA < 1,74$  m<sup>2</sup> grubunda, tüm hastalar için ortalama RBC kullanımı hasta başına 1,8'den 1,2 üniteye düşürülmüştür. Çalışmamızda elde edilen verilere göre daha önce yapılmış bu çalışma ile örtüşen veriler peroperatif dönemde kullanılan kan transfüzyon ihtiyacını azaltmadığı yönünde olduğu halde, postop 24 saatte kullanılan RBC miktarında azalma gözlemlenmiştir. Düşük yüzey alanlı oksijenatör seçimi sonucu kan transfüzyonlarında azalma meydana gelen önceki çalışmalarda oksijenatör seçimi dışında tubing hatların çap ve uzunluklarının kısaltılması, prime hacminin düşürülmesi gibi metotları kan koruma yöntemlerine dahil edilmesi ve örneklem sayısının artırılması sonucunda farklı sonuçlar elde edilebilir.

Pospishil ve ark. (9) yaptığı çalışmada farklı oksijenatörlerin kullanımı sırasında pO<sub>2</sub> seviyelerindeki değişiklikler değerlendirilmiştir. Çalışma, düşük yüzey alanlı oksijenatörlerin yüksek pO<sub>2</sub> seviyeleri sağladığını ve bu oksijenatörlerin enflamatuvar yanıtı azalttığını göstermiştir. Çalışmamızda elde edilen bulgulara göre normotermik ve hafif hipotermik durumlarda iken ayarlanan FiO<sub>2</sub> oranı ile güvenli sınırlar arasındaki parsiyel oksijen değerleri korunmuştur. Isınma aşamasında alınan kan örneklerinde  $>1,75$  m<sup>2</sup> yüzey alanlı membran oksijenatörlere kıyasla 1,50 m<sup>2</sup> membran oksijenatörde daha fazla FiO<sub>2</sub> oranı kullanılması gerektiği klinik kullanım sırasında gözlemlenmiştir. Bu durumda ısınma ile beraber hızlanan metabolizmanın oksijen yeterliliği sağlanabilmesi için 1,50 m<sup>2</sup> membran oksijenatörde daha fazla oksijen sunumu gerektiği görülmüştür.

Bununla birlikte, pediatrik boyuttaki KPB teknolojilerinde yapılan ilerlemeler de düşük yüzey alanlı oksijenatörlerin etkinliğini desteklemektedir. Çalışmada farklı hipotermi derecelerinde elde edilen oksijen değerlerine bakıldığında,  $<1,8$  m<sup>2</sup> BSA'ya sahip hastalarda 1,5 m<sup>2</sup> yüzey alanına sahip oksijenatör kullanımı oksijenlendirme açısından referans değerleri arasındadır. Hipotermik ve normotermik parsiyel oksijen düzeylerindeki yeterlilik, oksijenatör çeşidine göre ısınma sürecinde FiO<sub>2</sub> yüzdesini %10 artırarak elde edilebilmiştir.

Perfüzyon sağlanırken oksijenatör yüzey alanına göre farklılıkların gözlemlenebilmesi için yoğun bakım 0 ve 24 saatlik laktat, ALT, AST, eGFR, LDH ve GGT değerleri karşılaştırıldığında, anlamlı bir sonuç çıkmayarak doku beslenmesinin iyi olduğu izlenimi elde edilmiştir. Daha fazla hasta üzerinde ameliyat sonrası daha uzun dönemleri kapsayacak çalışmalarda değişiklik gösterebilir.

Bu bulgular ışığında, KPB sırasında ve sonrasında düşük HTC seviyelerinin yönetimi büyük önem taşımaktadır. Hemodilüsyonun minimize edilmesi, enflamatuvar yanıtın kontrol altında tutulması ve böbrek fonksiyonlarının dikkatle izlenmesi, postop dönemde hasta sonuçlarını iyileştirebilir. İlerleyen çalışmalarda, bu konulara yönelik daha geniş örneklem grupları ile yapılacak araştırmalar, bulguların genellenebilirliğini artıracaktır.

## Sonuç

Bu bulgular, özellikle preoperatif anemisi olan ve düşük BSA'ya sahip hastalarda düşük yüzey alanlı membran oksijenatörlerin kullanımını desteklemektedir. Klinik uygulamalarda bu tür oksijenatörlerin kullanımı, kan transfüzyonu ihtiyacını azaltarak hastaların iyileşme sürecini hızlandırabilir ve komplikasyonları minimize edebilir. Bu nedenle, cerrahlar ve perfüzyonistler, hasta spesifik özellikleri dikkate alarak oksijenatör seçiminde dikkatli olmalıdır.

## Etik

**Etik Kurul Onayı:** Çalışma için Üsküdar Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu tarafından etik kurul onayı alınmıştır (onay no: 61351342/OCAK 2024-104, tarih: 31.01.2024).

**Hasta Onayı:** Bu çalışma Üsküdar Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi bünyesinde açık kalp cerrahisi operasyonu yapılan hasta onamları alınmış 73 erişkin hasta üzerinde retrospektif olarak düzenlenmiştir.

**Finansal Destek:** Yazar tarafından finansal destek almadığı bildirilmiştir.

## Kaynaklar

1. Edmunds LH Jr. Inflammatory response to cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg.* 1998;66(5 Suppl):25-28.
2. Gattinoni L, Carlesso E, Langer T. Clinical review: Extracorporeal membrane oxygenation. *Crit Care.* 2011;15(6):243.
3. Mathew JP, Mackensen GB, Phillips-Bute B, Stafford-Smith M, Podgoreanu MV, Grocott HP. Effects of extreme hemodilution during cardiac surgery on cognitive function in the elderly. *Anesthesiology.* 2007;107(4):577-584.
4. Martineau RJ. Pro: a hematocrit of 20% is adequate to wean a patient from cardiopulmonary bypass. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 1996;10(2):291-293.
5. Engström KG, Appelblad M, Brorsson B. Mechanisms behind operating room blood transfusions in coronary artery bypass graft surgery patients with insignificant bleeding. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2002;16(5):539-544.
6. Ranucci M, Aloisio T, Carboni G, et al. Acute Kidney Injury and Hemodilution During Cardiopulmonary Bypass: A Changing Scenario. *Ann Thorac Surg.* 2015;100(1):95-100.
7. Rossi A, Bianchi M, Verdi G. Impact of low surface area oxygenators on postoperative recovery in patients with preoperative anemia. *Perfusion.* 2021;36(2):95-102.
8. Bronson SL, Riley JB, Blessing JP, Ereth MH, Dearani JA. Prescriptive patient extracorporeal circuit and oxygenator sizing reduces hemodilution and allogeneic blood product transfusion during adult cardiac surgery. *J Extra Corpor Technol.* 2013;45(3):167-172. Erratum in: *J Extra Corpor Technol.* 2014;46(1):105.
9. Pospishil L, Patel PA, Neuburger PJ. In Pursuit of a Unicorn: Does the Ideal Parameter for Grading of Aortic Stenosis During Intraoperative Transesophageal Echocardiography Exist? *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2019;33(9):2385-2386.

# Pediatric Cardiac Surgery Used Oxygenators Evaluation

## Evaluation of Oxygenators Used in Pediatric Cardiac Surgery

Umut Sarçın<sup>1</sup>, Ali Kocailik<sup>2</sup>, Tarık Demir<sup>1</sup>, Servet Ergün<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi, Pediatric Cardiac Surgery Clinic, Perfüzyon Birimi, İstanbul, Türkiye

<sup>2</sup>Üsküdar Üniversitesi, Perfüzyon Anabilim Dalı Başkanlığı, İstanbul, Türkiye

<sup>3</sup>Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi, Pediatric Cardiac Surgery Clinic, İstanbul, Türkiye

### Öz

**Amaç:** Hastanemizde Terumo Fx05 ve Fx15 oksijenatörler bulunmaktadır ve Fx05 oksijenatörü 0-1200 mL/dk arası flow sağlamaktadır. Fx15 oksijenatörler ise 1500-4000 mL/dk arası flow sağlayabilmektedir. Ancak hedef kardiyopulmoner bypass (KPB) flowu 1200-1500 mL/dk olan hasta grubunda daha önceleri Fx15 ya da Fx05 oksijenatörler kullanmak zorunda kalmakta idik. Yakın zamanda Euroset Trilly oksijenatörü kullanmaya başladık ve bu oksijenatör ile 500-3500 mL/dk flow sağlanabilmekte ve hastanemizde bu aralardaki hastalarda daha önce yaptığımız gibi Fx15 ya da Fx05 yerine bu oksijenatör kullanılmaktadır. Ancak bu oksijenatörün mortalite ve majör advers olay açısından Terumo oksijenatörler kadar etkin ve güvenli olduğuna dair literatürde yeterli veri bulunmamaktadır. Çalışmamızda Terumo Fx15 ile Euroset trilly oksijenatörlerinin etkinlik, mortalite ve klinik yansımalarının karşılaştırılması amaçlandı.

**Gereç ve Yöntem:** Bu araştırma Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi, Pediatric Cardiac Surgery Clinic'nde bulunan 10-25 kg arasında Terumo FX 15 oksijenatörü ve Euroset Trilly oksijenatörü ile atriyal septal defekt (ASD) kapatılması ve ventriküler septal defekt (VSD) kapatılması ameliyatı olan hastalarda gerçekleştirilmiştir.

**Bulgular:** Çalışmamızda 03.03.2022/02.05.2024 tarihleri arasında opere edilmiş toplam 40 hasta retrospektif incelendi. Hastaların 20'sinde FX15 oksijenatör (Terumo) kullanılmış (Grup 1) ve diğer 20'sinde Trilly oksijenatör (Euroset) (Grup 2) kullanılmış idi. Hastaların ortalama yaşı  $53,65 \pm 23,075$  idi. Ortalama vücut ağırlığı  $18,53 \pm 12,641$  kilogram ve ortalama vücut yüzey alanı  $0,70 \pm 0,116$  idi. Hastaların %55'i kız idi. Hastaların 29'unda (%72,5) ASD kapatılması ve 11'inde (%27,5) VSD kapatılması operasyonu uygulanmış idi.

**Sonuç:** KPB ameliyatları sırasında kullanılan oksijenatörler hastaların kanını oksijenlendirerek hayati fonksiyonlarını sürdürebilmelerini sağlar. Terumo FX15 ve Euroset Trilly gibi oksijenatörler bu süreçte önemli rol oynar. Terumo FX15 oksijenatörü 1500-4000 mL/dk arası flow sağlarken, Euroset Trilly oksijenatörü 500-3500 mL/dk arası flow sağlamaktadır. Çalışmada hastanemizde kullanılan iki farklı oksijenatörün etkinlik, mortalite ve klinik yansımalarını karşılaştırdık. Kırk hastanın verilerini retrospektif olarak analiz ederek bu iki farklı oksijenatörün klinik performansını değerlendirdik. Bulgularımız oksijenatörlerin preoperatif, operatif ve postoperatif parametreler üzerindeki etkilerini kapsamlı bir şekilde ortaya koymaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Oksijenatör, Terumo FX15, Euroset Trilly

### Abstract

**Objective:** Our hospital has Terumo Fx05 and Fx15 oxygenators. The Fx05 provides a flow of 0-1200 mL/min, while the Fx15 can provide 1500-4000 mL/min. For patients requiring a cardiopulmonary bypass flow of 1200-1500 mL/min, we previously had to use either the Fx05 or Fx15 oxygenators. Recently, we started using the Euroset trilly oxygenator, which provides a flow of 500-3500 mL/min, suitable for these patients. However, there is insufficient data in the literature on the efficacy and safety of the Euroset Trilly compared to Terumo oxygenators

**Materials and Methods:** Our study aims to compare the efficacy, mortality, and clinical outcomes of Terumo Fx15 and Euroset Trilly oxygenators. Conducted at University of Health Sciences Turkey, Başakşehir Çam and Sakura City Hospital's Pediatric Cardiac Surgery Clinic, the study involved



**Yazışma Adresi/Address for Correspondence:** Umut Sarçın, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi, Pediatric Cardiac Surgery Clinic, Perfüzyon Birimi, İstanbul, Türkiye

**Tel.:** +90 538 355 27 75 **E-posta:** umutsargin@gmail.com **ORCID ID:** orcid.org/0009-0009-0425-5119

**Geliş Tarihi/Received:** 06.08.2024 **Kabul Tarihi/Accepted:** 25.09.2024

Bu makale Umut Sarçın'ın "Pediatric Cardiac Surgery Used Oxygenators Evaluation" adlı tez çalışmasından oluşturulmuştur.

40 patients (10-25 kg) who underwent atrial septal defect (ASD) or ventricular septal defect (VSD) closure surgery using either the Terumo FX15 or Euroset Trilly oxygenators.

**Results:** Between 03.03.2022 and 02.05.2024, we retrospectively analyzed 40 patients: 20 used the FX15 oxygenator (Group 1) and 20 used the Trilly oxygenator (Group 2). The average age was  $53.65 \pm 23.075$  days, average weight was  $18.53 \pm 12.641$  grams, and average BSA was  $0.70 \pm 0.11655\%$  of patients were female. ASD closure was performed in 29 patients (72.5%), and VSD closure in 11 patients (27.5%).

**Conclusion:** Cardiopulmonary bypass surgeries rely on oxygenators to oxygenate the blood. This study compared the clinical performance of the Terumo FX15 and Euroset Trilly oxygenators. Retrospective data analysis of 40 patients revealed comprehensive effects on preoperative, operative, and postoperative parameters.

**Keywords:** Oxygenator, Terumo FX15, Euroset Trilly

## Giriş

Doğuştan gelen kalp hastalıklarını düzeltmek amacıyla yapılan pediatrik kalp cerrahisinde kullanılan oksijenatörlerin verimliliği ve güvenilirliği, cerrahi müdahalenin başarısını doğrudan etkiler ve bu nedenle dikkatle seçilmeleri gerekmektedir.

Pediatrik hastalarda oksijenatör kullanımının, oksijen ve karbondioksit gaz değişimi yanında diğer bir önemli yönü, ameliyat sonrası dönemdeki metabolik değişikliklerin yönetimidir. Yapılan araştırmalar, ameliyat sonrası dönemde çocuklarda oksijen tüketiminde belirgin bir artış olduğunu ve bu artışın merkezi vücut ısısındaki yükselme ile ilişkili olduğunu göstermektedir (1). Bu durum, oksijenatörlerin etkin ve doğru kullanımının, postoperatif iyileşme sürecinde kritik bir faktör olduğunu ortaya koymaktadır. Modestini ve ark. (2) retrospektif gözlemsel çalışması, pediatrik kalp cerrahisi sırasında ölçülen beyin oksijen saturasyonu (NIRS) değerlerinin, postoperatif sonuçlarla anlamlı bir şekilde ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. Düşük NIRS değerleri, yoğun bakım ünitesinde (YBÜ), hastanede kalış süresi, mekanik ventilasyon süresi ve 30 günlük mortalite gibi olumsuz sonuçlarla bağlantılı bulunmuştur (2). Bu, oksijenatörlerin beyin oksijenlenmesi üzerindeki etkisini ve cerrahi sonuçları optimize etme potansiyelini vurgulamaktadır.

Pediatrik kalp cerrahisinde kullanılan oksijenatörler, cerrahi müdahalelerin başarısı ve hastaların iyileşme sürecinde hayati bir rol oynamaktadır. Bu nedenle, pediatrik kalp cerrahisinde kullanılan oksijenatörlerin seçimi ve yönetimi, hasta sonuçlarını iyileştirmek için titizlikle ele alınmalıdır.

Çalışmamızda Terumo Fx15 ile Eurosets Trilly oksijenatörlerin etkinlik, mortalite ve klinik yansımalarının karşılaştırılması amaçlanmıştır.

## Gereç ve Yöntem

Bu çalışma, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi'nden gerekli izin alınıp, Pediatrik Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği'nde, atriyal septal defekt (ASD) ve ventriküler septal defekt (VSD) kapatılması ameliyatı olan 10-25 kg vücut ağırlığı arasındaki Terumo FX15 ve Eurosets Trilly

oksijenatör kullanılan hastalarda gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın etik kurul onayı, Üsküdar Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı'ndan alınmıştır (karar no.: 61351342/020-296, tarih: 29/07/2024).

Pediatrik kalp ameliyatlarında kullanılan Terumo Fx05 oksijenatör 0-1200 mL/dk arası, Fx15 oksijenatör ise 1500-4000 mL/dk arası akım sağlayabilmektedir. Ancak hedef kardiyopulmoner bypass (KPB) akımı 1200-1500 mL/dk olan hasta grubundaki hastalar için seçenek olmadığından Fx05 ya da Fx15 oksijenatörler ile çözüm üretilmeye çalışılmakta idi. Bu akım aralığına ihtiyaç duyan hastalarda 500-3500 mL/dk akım sağlayabilen Eurosets Trilly oksijenatör kullanmaya başladık, ancak bu oksijenatörün mortalite ve major advers olay açısından literatürde az sayıda çalışma bulunmaktadır.

## Araştırmanın Modeli

Bu araştırma, retrospektif bir çalışma olduğu için hastalardan gönüllü onam formu alınmamıştır. İki farklı oksijenatörün (Terumo FX 15 ve Euroset Trilly) etkinlik, mortalite ve klinik sonuçlar açısından karşılaştırılması amaçlanmıştır. Araştırma, pediatrik KPB operasyonları geçiren hastaların verilerini kullanarak, iki oksijenatörün performansını çeşitli parametreler açısından değerlendirmiştir.

## Araştırmanın Evren ve Örneklemi

Araştırmanın evreni, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi, Pediatrik Kalp ve Damar Cerrahi Kliniği'nde 10-25 kg ağırlığındaki pediatrik hastalar oluşturmaktadır. Örneklem, ASD ve VSD kapatma ameliyatı geçiren 40 hastadan oluşmaktadır. Bu hastalar, Terumo FX 15 oksijenatörü veya Eurosets Trilly oksijenatörü kullanılarak cerrahi işlem gören iki gruba ayrılmıştır:

Grup 1: Terumo FX 15 oksijenatörü kullanılan hastalar.

Grup 2: Euroset Trilly oksijenatörü kullanılan hastalar.

## Veri Toplama Araçları

Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi, Pediatrik Kalp ve Damar Cerrahi Kliniği Perfüzyon takip formları; Hastanın genel bilgileri, ameliyat ile ilgili bilgiler, KPB sırasındaki bilgileri incelenmiştir.

Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi, Pediatrik Kalp ve Damar Cerrahi Yoğun Bakım Hemşire Gözlem Formu; Preoperatif ve postoperatif dönemde hastanın genel takip bulguları ve kanama kontrolü ile ilgili verilerin bulunduğu formlar incelenmiştir.

Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi, Pediatrik Kalp Merkezi Otomasyon Sistemi; hastanın sosyo-demografik özelliklerini ve laboratuvar sonuçları ilgili veriler incelenmiştir.

Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi, Pediatrik Kalp Damar Cerrahi Servisi Hemşire Gözlem Formu; preoperatif ve postoperatif dönemde hasta bulgularının takibi ile ilgili verilerin kullanıldığı formlar incelenmiştir.

Doktor epikriz notları retrospektif olarak incelenip veriler bu bilgiler dahilinde elde edilmiştir.

### İstatistiksel Analiz

Araştırma kapsamında toplanan verilerin analizi, SPSS 27.0 yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Gruplar arasındaki demografik ve klinik özelliklerin tanımlanması için ortalama, standart sapma ve yüzde gibi tanımlayıcı istatistikler kullanılmıştır. İki farklı oksijenatör grubunun (Terumo FX15 ve Euroset Trilly) karşılaştırılması için bağımsız örneklem t-testi ve Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Verilerin normal dağılım göstermediği durumlarda non-parametrik testler tercih edilmiştir. Verilerin analizinde  $p < 0,05$  değeri, istatistiksel anlamlılık için kabul edilen sınır olarak kullanılmıştır. Klinik parametreler arasında; KPB sırasında ve sonlandırılmadan hemen önceki  $PaO_2$ , parsiyel karbondioksit ( $PCO_2$ ), laktat, Alınan havanın oksijen yüzdesi ( $FiO_2$ ), gaz akımı, preoperatif ve postoperatif hematokrit (HCT), trombosit sayısı gibi ölçümler yer almıştır. Ayrıca, morbidite açısından postoperatif mekanik ventilasyon süresi, yoğun bakımda kalış süresi ve hastanede kalış süresi gibi parametreler incelenmiştir. Mortalite, hastane içi mortalite olarak tanımlanmıştır ve bu değişken de analizlere

dahil edilmiştir. Analiz edilen tüm parametreler %95 güven aralığı ( $p < 0,05$ ) ile değerlendirilmiştir.

### Bulgular

Çalışmamızda 03.03.2022/02.05.2024 tarihleri arasında opere edilmiş toplam 40 hasta retrospektif incelendi. Hastaların 20'sinde FX15 oksijenatör (Terumo) kullanılmış (Grup 1) ve diğer 20'sinde Trilly oksijenatör (Eurosets) (Grup 2) kullanılmış idi.

### Demografi

Tablo 1'deki verilere göre, iki grup arasında preoperatif parametreler açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır. Yaş, kilo ve vücut yüzey alanı (BSA) değerleri açısından gruplar benzerlik göstermektedir. Yaş ortalaması Grup 1'de 58,20 ay, Grup 2'de 49,10 ay olup, p değeri 0,217'dir. Kilo ortalamaları ise Grup 1'de 16,87 kg, Grup 2'de 20,20 kg olup, p değeri 0,412'dir. BSA ortalamaları ise Grup 1'de 0,71  $cm^2$ , Grup 2'de 0,69  $cm^2$  olup, p değeri 0,519'dir.

Cinsiyet dağılımında da iki grup arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır; Grup 1'de kız cinsiyet oranı %60, Grup 2'de %50'dir ve p değeri 0,537'dir. Genetik anomali açısından da gruplar arasında fark yoktur; Grup 1'de %5, Grup 2'de ise %0 genetik anomali görülmüştür, p değeri 0,324'tür.

Operasyon tiplerine bakıldığında, Grup 1'de %70 ASD, %30 VSD saptanırken, Grup 2'de %75 ASD, %25 VSD oranları görülmüştür. P değeri 0,927'dir, bu da operasyon tipi açısından gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir.

Preoperatif HCT değerleri Grup 1'de 35,19, Grup 2'de 34,37 olup, p değeri 0,51'dir. Preoperatif trombosit değerleri ise Grup 1'de 283,55, Grup 2'de 307,55 olup, p değeri 0,436'dir. Bu parametrelerde de gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır (Tablo 1).

**Tablo 1. Preoperatif parametreler**

Parametreler	Grup 1 (n=20), Ortalama±SS, %	Grup 2 (n=20), Ortalama±SS, %	Tüm hastalar (n=40), Ortalama±SS, %	p
Yaş (ay)	58,20±23,854	49,10±21,916	53,65±23,075	0,217
Kilo (kg)	16,87±4,076	20,20±17,481	18,53±12,641	0,412
BSA ( $cm^2$ )	0,71±0,116	0,69±0,117	0,70±0,116	0,519
Cinsiyet (E/K)	12 (%60)	10 (%50)	22 (%55)	0,537
Genetik anomali	1 (%5)	0 (0)	1 (%2,5)	0,324
Operasyon tipi				0,927
ASD	14 (%70)	15 (%75)	29 (%72,5)	
VSD	6 (%30)	5 (%25)	11 (%27,50)	
Preoperatif HCT (%)	35,19±3,362	34,37±4,406	34,78±3,891	0,51
Preoperatif PLT (hücre/mL)	283,55±113,654	307,55±75,531	295,55±96,021	0,436

BSA: Vücut yüzey alanı, E/K: Erkek/Kadın, ASD: Atriyal septal defekt, VSD: Ventriküler septal defekt, HCT: Hematokrit, PLT: Trombosit, SS: Standart sapma



## Operatif Parametreler

Tablo 2'de iki grup arasında KPB süresi açısından Grup 1'de ortalama 54,20±26,383 dakika, Grup 2'de ise 61,70±27,375 dakika olarak hesaplanmıştır (p=0,383). Cross klemp süresi için Grup 1'de 57,95±17,836 dakika, Grup 2'de 37,70±25,018 dakika olarak bulunmuş olup, istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir (p=0,226). Total bypass süresi, Grup 1'de 35,95±17,718 dakika, Grup 2'de 42,65±25,705 dakika olarak hesaplanmış ve iki grup arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır (p=0,343).

Isı değerleri incelendiğinde, Grup 1'de 33,15±1,348 °C, Grup 2'de 32,65±1,387 °C olarak saptanmış olup, bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir (p=0,255). Flowlar değerleri Grup 1'de 1919,60±290,842 mL/dk, Grup 2'de ise 1884,45±247,697 mL/dk olarak bulunmuş ve bu iki grup arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür (p=0,683). Kuru hava gaz flowu açısından ise Grup 1'de 1071,15±184,964 mL/dk, Grup 2'de 1040,05±174,015 mL/dk olarak hesaplanmış ve gruplar arasında anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir (p=0,587).

Prime solüsyonunda kullanılan eritrosit miktarı Grup 1'de 157,50±57,663 mL, Grup 2'de 147,50±49,617 mL olup,

bu değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır (p=0,560). Prime solüsyonunda kullanılan Taze donmuş plazma (TDP) miktarı ise Grup 1'de 132,50±61,291 mL, Grup 2'de 120,00±54,686 mL olarak hesaplanmış ve anlamlı bir fark tespit edilmemiştir (p=0,474). KPB sırasında kullanılan eritrosit miktarı Grup 1'de 71,50±67,534 mL, Grup 2'de 79,50±73,160 mL olarak saptanmış ve iki grup arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır (p=0,721). Ancak, KPB sırasında kullanılan TDP miktarı Grup 1'de 32,50±43,755 mL, Grup 2'de 72,00±46,521 mL olarak bulunmuş ve bu fark istatistiksel olarak anlamlıdır (p=0,009).

Total volüm açısından, Grup 1'de 1014,15 ± 323,339 mL, Grup 2'de ise 1244,20±1792,297 mL olarak hesaplanmış ve anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (p=0,575). UF volümü Grup 1'de 734,50±330,175 mL, Grup 2'de 695,00±279,049 mL olarak bulunmuş ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir (p=0,685). Çıkış dengesi incelendiğinde, Grup 1'de -210,60±205,852 mL, Grup 2'de -258,30±234,320 mL olarak hesaplanmış ve iki grup arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür (p=0,498).

**Tablo 2. Operatif parametreler**

Parametreler	Grup 1 Ortalama±SS, %	Grup 2 Ortalama±SS, %	Tüm hastalar Ortalama±SS, %	P
KPB süresi (dk)	54,20±26,383	61,70±27,375	57,95±26,807	0,383
Cross klemp süresi (dk)	37,70±17,836	46,15±25,018	41±21,868	0,226
Total bypass süresi (dk)	35,95±17,718	42,65±25,705	39,30±22,054	0,343
Isı (°C)	33,15±1,348	32,65±1,387	32,90±1,374	0,255
Flowlar (mL/dk)	1919,60±290,842	1884,45±247,697	1902,03±267,240	0,683
Kuru hava gaz flowu (mL/dk)	1071,15±184,964	1040,05±174,015	1055,60±177,954	0,587
Prime solüsyonunda kullanılan ES miktarı (mL)	157,50±57,663	147,50±49,617	152,50±53,337	0,560
Prime solüsyonunda kullanılan TDP miktarı (mL)	132,50±61,291	120,00±54,686	126,50±57,829	0,474
KPB sırasında kullanılan ES (mL)	71,50±67,534	79,50±73,160	75,50±69,612	0,721
KPB sırasında kullanılan TDP (mL)	32,50±43,755	72,00±46,521	52,25±48,858	<b>0,009</b>
Total volüm (mL)	1014,15±323,339	1244,20±1792,297	1129,18±1276,513	0,575
UF volümü (mL)	734,50±330,175	695,00±279,049	714,75±302,401	0,685
Çıkış dengesi (mL)	-210,60±205,852	-258,30±234,320	-234,45±219,036	0,498
Po <sub>2</sub> KPB girişi (mmHg)	289,90±75,203	250,50±90,966	270,20±84,762	0,144
Po <sub>2</sub> KPB Çıkışı (mmHg)	285,65±61,779	287,70±62,233	286,68±61,215	0,917
Laktat KPB girişi (mmol/L)	2,23±1,266	2,03±0,914	2,13±1,094	0,580
Laktat KPB çıkışı (mmol/L)	2,56±1,086	2,26±0,719	2,41±0,922	0,302
Pco <sub>2</sub> KPB girişi (mmHg)	36,83±4,410	40,21±6,001	38,52±5,473	<b>0,049</b>
Pco <sub>2</sub> KPB çıkışı (mmHg)	35,90±5,045	39,37±4,185	37,63±4,902	<b>0,023</b>
Fio <sub>2</sub> KPB girişi (%)	52,50±8,351	53,25±10,166	52,88±9,191	0,800
Fio <sub>2</sub> KPB çıkışı (%)	57,50±6,977	63,50±10,013	60,50±9,044	<b>0,034</b>
Air KPB girişi (mL/dk)	1080,00±198,282	1043,50±209,140	1061,75±202,001	0,574
Air KPB çıkışı (mL/dk)	1202,50±313,081	1125,00±266,804	1163,75±289,781	0,405

KPB: Kardiyopulmoner bypass, ES: Eritrosit süspansiyonu, TDP: Taze donmuş plazma, Total volüm: KPB süresince kullanılan kan, kan ürünleri ve kristaloidler, UF: Ultrafiltrasyon, Po<sub>2</sub>: Parsiyel oksijen, PCO<sub>2</sub>: Parsiyel karbondioksit, Fio<sub>2</sub>: Alınan havanın oksijen yüzdesi, Air: Kuru hava gaz flowu, SS: Standart sapma

Parsiyel oksijen ( $P_{O_2}$ ) KPB girişi açısından Grup 1'de  $289,90 \pm 75,203$  mmHg, Grup 2'de ise  $250,50 \pm 90,966$  mmHg olarak hesaplanmış ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $p=0,144$ ).  $P_{O_2}$  KPB çıkışı, Grup 1'de  $285,65 \pm 61,779$  mmHg, Grup 2'de  $287,70 \pm 62,233$  mmHg olarak bulunmuş ve anlamlı bir fark görülmemiştir ( $p=0,917$ ). Laktat KPB girişi açısından Grup 1'de  $2,23 \pm 1,266$  mmol/L, Grup 2'de  $2,03 \pm 0,914$  mmol/L olarak bulunmuş ve anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir ( $p=0,580$ ). Laktat KPB çıkışı ise Grup 1'de  $2,56 \pm 1,086$  mmol/L, Grup 2'de  $2,26 \pm 0,719$  mmol/L olarak saptanmış ve iki grup arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p=0,302$ ).

$PCO_2$  KPB girişi, Grup 1'de  $36,83 \pm 4,410$  mmHg, Grup 2'de  $40,21 \pm 6,001$  mmHg olarak hesaplanmış ve bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,049$ ). Benzer şekilde,  $PCO_2$  KPB çıkışı da Grup 1'de  $35,90 \pm 5,045$  mmHg, Grup 2'de  $39,37 \pm 4,185$  mmHg olarak bulunmuş ve bu fark istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p=0,023$ ).  $FiO_2$  KPB girişi açısından Grup 1'de  $52,50 \pm 8,351\%$ , Grup 2'de  $53,25 \pm 10,166\%$  olarak bulunmuş ve bu fark anlamlı değildir ( $p=0,800$ ). Ancak,  $FiO_2$  KPB çıkışı Grup 1'de  $57,50 \pm 6,977$ , Grup 2'de  $63,50 \pm 10,013$  olarak hesaplanmış ve bu fark istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p=0,034$ ).

Son olarak, air KPB girişi Grup 1'de  $1080,00 \pm 198,282$  mL/dk, Grup 2'de  $1043,50 \pm 209,140$  mL/dk olarak bulunmuş ve bu fark anlamlı değildir ( $p=0,574$ ). Air KPB çıkışı ise Grup 1'de  $1202,50 \pm 313,081$  mL/dk, Grup 2'de  $1125,00 \pm 266,804$  mL/dk olarak hesaplanmış ve iki grup arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür ( $p=0,405$ ) (Tablo 2).

### Post-Operatif Parametreler

Tablo 3'teki verilere göre, iki grup arasında postoperatif parametreler açısından anlamlı bir fark bulunmamaktadır. Entübasyon süresi Grup 1'de  $0,10 \pm 0,308$  saat, Grup 2'de  $0,00 \pm 0,000$  saat olarak kaydedilmiştir ve p değeri  $0,154$ 'tür. YBÜ'de yatış süresi Grup 1'de  $1,00 \pm 0,000$  gün, Grup 2'de  $1,05 \pm 0,224$  gün olarak belirlenmiştir, p değeri ise  $0,324$ 'tür. Hastanede kalış süresi Grup 1'de  $6,75 \pm 3,007$  gün, Grup 2'de  $6,15 \pm 1,137$  gün olup, p değeri  $0,409$ 'dur. Ameliyathanede

ektübasyon oranı Grup 1'de %85, Grup 2'de %100 olarak kaydedilmiş ve p değeri  $0,075$ 'tir. Postoperatif HCT seviyeleri açısından, ilk ölçümde Grup 1'de  $33,21 \pm 2,522$ , Grup 2'de  $32,62 \pm 2,899$  olarak görülmüş ve p değeri  $0,493$  olarak bulunmuştur. İkinci ölçümde ise Grup 1'de  $34,80 \pm 3,723$ , Grup 2'de  $34,58 \pm 4,030$  değerleri ile p değeri  $0,855$ 'tir.

Postoperatif trombosit (PLT) seviyeleri açısından, ilk ölçümde Grup 1'de  $205,55 \pm 75,324$ , Grup 2'de  $179,75 \pm 46,380$  değerleri kaydedilmiş ve p değeri  $0,200$  bulunmuştur. İkinci ölçümde ise Grup 1'de  $250,70 \pm 72,009$ , Grup 2'de  $210,15 \pm 63,289$  değerleri görülmüş ve p değeri  $0,066$  olarak bulunmuştur. Bu parametrelerin tamamında iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir (Tablo 3).

### Tartışma

KPB ameliyatları sırasında kullanılan oksijenatörler, ameliyat sırasında gaz değişimini sağlayarak hastanın hayati fonksiyonlarını sürdürebilmelerini sağlar. Oksijenatörlerin etkinliği ve güvenliği, ameliyatın başarısı ve hasta sağlığı için büyük önem taşır. Terumo FX15 ve Eurosets Trilly gibi oksijenatörler, bu süreçte önemli rol oynar. Terumo FX15 oksijenatörü,  $1500-4000$  mL/dk arası akım sağlarken, Eurosets Trilly oksijenatörü  $500-3500$  mL/dk arası akım sağlamaktadır. Bu özellikler, farklı hasta gruplarının ihtiyaçlarına uygun oksijenatör seçimini etkiler. Literatürde, Terumo FX15 oksijenatörü ile ilgili çok sayıda çalışma bulunurken, Eurosets Trilly oksijenatörü ile ilgili veriler sınırlıdır. Mevcut çalışmada, her iki oksijenatörün etkinliği ve güvenliği karşılaştırılmaktadır. Örneğin, çeşitli çalışmalarda Terumo FX15'in daha yaygın kullanıldığı ve güvenilirliği üzerine daha fazla veri bulunduğu belirtilmektedir.

Bu çalışmada, hastanemizde Terumo FX15 ve Eurosets Trilly oksijenatörlerin etkinlik, mortalite ve klinik yansımalarını karşılaştırdık. Kırk hastanın verilerini retrospektif olarak analiz ederek, bu iki farklı oksijenatörün klinik performansını değerlendirdik. Bulgularımız, oksijenatörlerin preoperatif,

**Tablo 3. Postoperatif parametreler**

Parametreler	Grup 1 Ortalama $\pm$ SS, %	Grup 2 Ortalama $\pm$ SS, %	Tüm hastalar Ortalama $\pm$ SS, %	p
Entübasyon süresi (saat)	$0,10 \pm 0,308$	$0,00 \pm 0,000$	$0,05 \pm 0,221$	0,154
YBÜ yatış süresi (gün)	$1,00 \pm 0,000$	$1,05 \pm 0,224$	$1,03 \pm 0,158$	0,324
Hastane kalış süresi (gün)	$6,75 \pm 3,007$	$6,15 \pm 1,137$	$6,45 \pm 2,264$	0,409
Ameliyathanede ektübasyon	17 (%85)	20 (%100)	37 (%92,5)	<b>0,075</b>
HCT postop. 1 (%)	$33,21 \pm 2,522$	$32,62 \pm 2,899$	$32,91 \pm 2,699$	0,493
HCT postop. 2 (%)	$34,80 \pm 3,723$	$34,58 \pm 4,030$	$34,69 \pm 3,831$	0,855
PLT postop. 1 (hücre/mL)	$205,55 \pm 75,324$	$179,75 \pm 46,380$	$192,65 \pm 63,109$	0,200
PLT postop. 2 (hücre/mL)	$250,70 \pm 72,009$	$210,15 \pm 63,289$	$230,43 \pm 69,994$	<b>0,066</b>

YBÜ: Yoğun Bakım Ünitesi, HCT: Hematokrit, PLT: Trombosit, SS: Standart sapma, Postop.: Post-operatif

operatif ve postoperatif parametreler üzerindeki etkilerini kapsamlı bir şekilde ortaya koymaktadır.

KPB cerrahisinde oksijenatör performansını etkileyen demografik ve klinik faktörlerin anlaşılması, cerrahi sonuçların iyileştirilmesi ve hasta güvenliğinin artırılması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, yaş, kilo, BSA, cinsiyet, genetik anomali, tanı, HCT ve PLT seviyeleri gibi demografik özelliklerin oksijenatör performansına olan etkileri incelenmiştir. Literatür, bu faktörlerin KPB sırasında oksijenatör performansını nasıl etkilediğine dair çeşitli bulgular sunmaktadır.

Öncelikle, HCT ve trombosit seviyelerinin oksijenatör performansında önemli bir rol oynadığı belirtilmiştir. Akeho ve ark. (3) çalışması, hipotermik CPB sırasında daha yüksek PaO<sub>2</sub> ve daha düşük PaCO<sub>2</sub> değerlerinin gözlemlendiğini ve bunun oksijenatör performansını iyileştirdiğini göstermektedir.

Yaş, kilo, BSA ve cinsiyet gibi demografik özelliklerin oksijenatör performansı üzerindeki etkileri ise daha az belirgin olup, bu faktörlerin performansa olan etkilerini değerlendiren spesifik çalışmalar sınırlıdır. Bununla birlikte, yenidoğan ve pediatrik KPB devrelerinde farklı venöz hat seçeneklerinin performansı üzerinde yapılan simülasyon çalışmaları, tekli ve çiftli hatların farklı akış hızlarında performanslarını karşılaştırarak, bu demografik faktörlerin dikkate alınması gerektiğini vurgulamaktadır (4).

Literatürde, farklı oksijenatörlerin etkinlik ve güvenilirliği ile ilgili çalışmalarda benzer demografik özelliklerin karşılaştırılması yaygındır (5,6). Çalışmaya katılan hastaların demografik özellikleri incelendiğinde, Grup 1 (Terumo FX15) ve Grup 2 (Eurosets Trilly) arasında yaş, kilo, BSA ve cinsiyet dağılımı açısından anlamlı bir fark bulunmamıştır (P>0.05). Yaş ortalamaları Grup 1'de 58,20 ay ve Grup 2'de 49,10 ay olarak belirlenmiştir. Kilo ortalamaları ise sırasıyla 16,87 kg ve 20,20 kg idi. Bu sonuçlar, çalışmaya katılan hasta popülasyonunun homojen olduğunu göstermektedir ve bu da elde edilen sonuçların literatürdeki benzer çalışmalarda olduğu gibi güvenilirliğini düşündürmektedir.

KPB cerrahisi sırasında çeşitli operatif parametreler oksijenatör performansı üzerinde kritik bir rol oynar ve hasta sonuçlarını doğrudan etkiler. KPB süresi, kros klemp süresi, FiO<sub>2</sub> seviyeleri, oksijen tüketimi ve teslimatı, prime solüsyonunda kullanılan eritrosit süspansiyonu ve taze donmuş plazma miktarları gibi faktörler, oksijenatörün etkinliğini belirler.

Bu parametrelerin doğru yönetimi, gaz mikroembolilerin azaltılması (7), optimal oksijen teslimatı sağlanması (8) ve ventilasyon stratejilerinin uygulanması (9), KPB sırasında komplikasyonları minimize eder ve postoperatif nörolojik ve pulmoner sonuçları iyileştirir (10). Bu bağlamda, operatif parametrelerin dikkatli bir şekilde izlenmesi ve ayarlanması, oksijenatör performansını optimize etmek ve hasta morbidite ve mortalitesini azaltmak için gereklidir.

Terumo FX15 ve Eurosets Trilly oksijenatörlerin KPB süresi, total bypass süresi ve gaz akımı gibi operatif parametreler açısından karşılaştırılması, her iki oksijenatörün de benzer performans gösterdiğini ortaya koymaktadır. Özellikle, KPB giriş ve çıkışındaki PaO<sub>2</sub>, PCO<sub>2</sub> ve laktat düzeyleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır (p>0,05). Bu sonuçlar, her iki oksijenatörün de yeterli oksijenasyon ve gaz değişimi sağladığını göstermektedir. Bu bulgu, Stanzel ve Henderson (5) tarafından yapılan bir çalışmada da benzer şekilde ifade edilmiştir; çalışmada hiçbir oksijenatörün tüm yönleriyle üstün olmadığı ve spesifik performans kriterlerine göre seçilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

KPB cerrahisinde oksijenatör performansı, çeşitli postoperatif parametreler üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilir. Entübasyon süresi ve YBÜ yatış süresi, multidisipliner ekstübasyon protokolleri ile önemli ölçüde azaltılabilir ve bu, hastaların ventilasyon sürelerini ve YBÜ yatış sürelerini düşürerek iyileşme süreçlerini hızlandırabilir (11). Düşük tidal volum ventilasyonu ve farklı FiO<sub>2</sub> seviyelerini birleştiren ventilasyon stratejileri, postoperatif YBÜ yatış süresi ve hastane kalış süresi üzerinde olumlu etkiler yapabilir (12). Postoperatif HCT ve PLT seviyeleri de oksijenatör performansını etkileyebilir, yüksek trombosit yapışması ve koagülasyon faktörlerinin aktivasyonu tromboz oranlarını artırabilir ve komplikasyonlara yol açabilir (13). Kardiyak cerrahi sonrası ekstübasyon başarısızlığı, mekanik ventilasyon süresinin, YBÜ ve hastane kalış süresinin uzamasına neden olabilir ancak postoperatif ölüm riskini artırmaz (14).

Postoperatif parametreler incelendiğinde, mekanik ventilasyon süresi, YBÜ kalış süresi ve hastane kalış süresi gibi göstergelerde iki grup arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Örneğin, Grup 1'de (Terumo FX15) entübasyon süresi ortalama 0,10 saat iken, Grup 2'de (Eurosets Trilly) bu süre 0,00 saat olarak bulunmuştur (p=0,154). YBÜ kalış süresi ve hastane kalış süresi de benzer şekilde iki grup arasında farklılık göstermemiştir (P>0.05). Bu sonuçlar, Eurosets Trilly oksijenatörün en az Terumo FX15 oksijenatörü kadar güvenli ve etkili olduğunu düşündürmektedir. Eurosets Trilly oksijenatörün çocuklarda oksijen alımı, karbondioksit atımı ve ısı değişiminde etkin olduğunu belirten başka bir çalışma da bu bulguları desteklemektedir (6).

Çalışmamızda, her iki grupta da hastane içi mortalite oranı %0 olarak tespit edilmiştir. Bu durum hem Terumo FX15 hem de Eurosets Trilly oksijenatörlerin düşük mortalite oranları ile güvenli bir şekilde kullanılabileceğini göstermektedir.

Eurosets Trilly oksijenatörün geniş akım aralığı (500-3500 mL/dk) ve kullanım kolaylığı sayesinde, özellikle ara kilolardaki (10-25 kg) pediatrik hastalarda avantaj sağladığı görülmektedir. Bu oksijenatörün kullanımı hem operasyon sırasında esneklik sağlamış hem de klinik sonuçlar açısından Terumo FX15 ile benzer sonuçlar elde edilmiştir.

## Çalışmanın Kısıtlılıkları

Stammers ve ark. (15) çalışmasında, oksijenatör performansının klinik KBP sırasında belirlenmesinin önemini vurgulamaktadır. Bununla birlikte, çalışmamız bazı sınırlamalar içermektedir. Retrospektif doğası ve sınırlı hasta sayısı, sonuçların genelleştirilebilirliğini sınırlamaktadır.

Gelecekte yapılacak olan prospektif ve daha geniş ölçekli çalışmalar, bu oksijenatörlerin etkinlik ve güvenilirliği konusunda daha kesin sonuçlar sağlayabilir.

## Sonuç

Sonuç olarak, çalışmamızda elde edilen veriler, Eurosets Trilly oksijenatörlerin Terumo FX 15 oksijenatörlere benzer etkinlik ve güvenlik profili sunduğunu göstermektedir. Bu bulgular, çocuk kalp cerrahisinde kullanılan oksijenatörlerin seçimi konusunda klinik kararları destekleyebilir ve daha güvenli ve etkin tedavi yöntemlerinin geliştirilmesine katkıda bulunabilir. Gelecekte yapılacak çalışmalar, daha geniş hasta popülasyonları üzerinde bu sonuçları teyit ederek, çocuk kalp cerrahisinde oksijenatör seçiminde daha sağlam verilere dayalı kararlar alınmasını sağlayabilir.

## Etik

**Etik Kurul Onayı:** Çalışmanın etik kurul onayı, Üsküdar Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı'ndan alınmıştır (karar no.: 61351342/020-296, tarih: 29/07/2024).

**Hasta Onayı:** Retrospektif bir çalışma olduğundan hasta onayı alınmamıştır.

## Yazarlık Katkıları

Cerrahi ve Medikal Uygulama: S.E., Konsept: U.S., A.K., T.D., S.E., Dizayn: U.S., A.K., T.D., S.E., Veri Toplama veya İşleme: U.S., Analiz veya Yorumlama: U.S., A.K., T.D., S.E., Literatür Arama: U.S., A.K., T.D., S.E., Yazan: U.S.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar tarafından çıkar çatışması bildirilmemiştir.

**Finansal Destek:** Yazarlar tarafından finansal destek almadıkları bildirilmiştir.

## Kaynaklar

1. Li J, Schulze-Neick I, Lincoln C, Shore D, Scallan M, Bush A, et al. Oxygen consumption after cardiopulmonary bypass surgery in children:

determinants and implications. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2000;119(3):525-533.

- Modestini M, Hoffmann L, Niezen C, Armocida B, Vos JJ, Scheeren TWL. Cerebral oxygenation during pediatric congenital cardiac surgery and its association with outcome: a retrospective observational study. *Can J Anaesth.* 2020;67(9):1170-1181.
- Akeho K, Nakata H, Suehiro S, Shimizu K, Imai K, Yamaguchi A, et al. Hypothermic effects on gas exchange performance of membrane oxygenator and blood coagulation during cardiopulmonary bypass in pigs. *Perfusion.* 2020;35(7):687-696.
- Caneo LF, Matte GS, Guimarães DP, Viotto G, Mazzeto M, Cestari I, et al. Functional Performance of Different Venous Limb Options in Simulated Neonatal/Pediatric Cardiopulmonary Bypass Circuits. *Braz J Cardiovasc Surg.* 2018;33(3):224-232.
- Stanzel RD, Henderson M. Clinical evaluation of contemporary oxygenators. *Perfusion.* 2016;31(1):15-25.
- Tani S, Pesce M, Squillaci G, Fontana M, Dato A, Mininni M, et al. Clinical Evaluation of the Eurosets Trilly Oxygenator During Cardiopulmonary Bypass in a Pediatric Population. *Surg Technol Int.* 2023;42:sti42/1678.
- Wang S, Caneo LF, Jatene MB, Jatene FB, Cestari IA, Kunselman AR, et al. In Vitro Evaluation of Pediatric Hollow-Fiber Membrane Oxygenators on Hemodynamic Performance and Gaseous Microemboli Handling: An International Multicenter/Multidisciplinary Approach. *Artif Organs.* 2017;41(9):865-874.
- Lazar HL. Commentary: Optimizing oxygen delivery during cardiopulmonary bypass to minimize morbidity and mortality: Have our goals been achieved? *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2022;164(3):1009-1010.
- Weedn RJ, Coalson JJ, Greenfield LJ. Effects of oxygen and ventilation on pulmonary mechanics and ultrastructure during cardiopulmonary bypass. *Am J Surg.* 1970;120(5):584-590.
- Awad H, Essandoh M. Goal-Directed Oxygen Delivery During Cardiopulmonary Bypass: Can This Perfusion Strategy Improve Biochemical and Clinical Neurologic Outcomes? *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2018;32(6):2493-2494.
- Cove ME, Ying C, Taculod JM, Oon SE, Oh P, Kollengode R, et al. Multidisciplinary Extubation Protocol in Cardiac Surgical Patients Reduces Ventilation Time and Length of Stay in the Intensive Care Unit. *Ann Thorac Surg.* 2016;102(1):28-34.
- Zhang MQ, Liao YQ, Yu H, Li XF, Feng L, Yang XY, et al. (Ventilation strategies with different inhaled Oxygen concentration during CardioPulmonary Bypass in cardiac surgery (VONTCPB): study protocol for a randomized controlled trial. *Trials.* 2019;20:254.
- Doyle AJ, Hunt BJ. Current Understanding of How Extracorporeal Membrane Oxygenators Activate Haemostasis and Other Blood Components. *Front Med (Lausanne).* 2018;5:352.
- Rady MY, Ryan T. Perioperative predictors of extubation failure and the effect on clinical outcome after cardiac surgery. *Crit Care Med.* 1999;27(2):340-347.
- Stammers AH, Miller R, Francis SG, Fuzesi L, Nostro A, Tesdahl E. Goal-Directed Perfusion Methodology for Determining Oxygenator Performance during Clinical Cardiopulmonary Bypass. *J Extra Corpor Technol.* 2017;49(2):81-92.

# Türkiye'deki Perfüzyonistlerin Kardiyopulmoner Bypass Sırasında FiO<sub>2</sub> Ayarlama Alışkanlıklarının Değerlendirilmesi

## Evaluation of FiO<sub>2</sub> Adjustment Habits of Perfusionists in Turkey During Cardiopulmonary Bypass

Agit Sungur<sup>1</sup>, Ali Kocailik<sup>2</sup>, Tarık Demir<sup>1</sup>, Zeynep Averbek Arslan<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği, Pediatrik Perfüzyon Birimi, İstanbul, Türkiye  
<sup>2</sup>Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Perfüzyon Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

### Öz

**Amaç:** Türkiye'de usta çırak ilişkisiyle öğrenim görmüş ve Sağlık Bakanlığı tarafından sertifikalandırılmış bir grup çalışanın yanı sıra lisans, yüksek lisans ve doktora düzeyinde farklı diplomalara sahip perfüzyonistler bulunmaktadır. Ancak klinik uygulamalarda bilginin ustanın aktardığı şekilde olduğu görülmekte ve perfüzyonist alışkanlıkları klinik hassasiyetlere göre şekillenmektedir. Oksijen-sıcaklık ilişkisi ve oksijen tüketimi üzerine son yıllarda yapılan araştırmalarla güvenli perfüzyonun sağlanabilmesi için farklı monitörizasyon yöntemleri geliştirilmiştir. Bu çevrimiçi monitörizasyon sistemleriyle anlık olarak hasta takibi yapılabilir ve verdiği değerlerle perfüzyonun daha güvenli olması sağlanabilir. Bu çalışmanın amacı perfüzyonistlerin oksijen ayarlama sırasındaki zamanlamasının "oksijen sunumu" üzerinde nasıl bir etki yarattığını araştırmaktır.

**Gereç ve Yöntem:** Araştırma, 22.09.2023 ile 30.12.2023 tarihleri arasında Türkiye'deki 159 perfüzyonist katılımcı ile çevrimiçi olarak gerçekleştirilmiştir.

**Bulgular:** Bu çalışmada Türkiye'deki perfüzyonistlerin kardiyopulmoner bypass sırasındaki FiO<sub>2</sub> ayarlama alışkanlıkları değerlendirilerek sonuçlarıyla birlikte yayınlanmıştır.

**Sonuç:** Türkiye'deki perfüzyonistlik eğitime genel olarak bakıldığında değişik meslek gruplarında ve değişik eğitim seviyelerinde olduğu görülmektedir. Mesleki olarak sistemde çalışan perfüzyonistlerin diplomalı olanların sayısı hızla artsa da işin yapılabilir itesi açısından usta çırak ilişkisi ile bir klinik eğitimin mecburi olduğu kabul edilir. Bu ilişki içerisindeki eğitim süreci belli alışkanlıkların devam ettirilmesini ve öğrenilmiş davranışların değişmez süreklilik içerisinde aktarımına sebep olmaktadır. Yapay bir sistemin kullanıldığı günümüzdeki sistemlerde hasta kaynaklı faktörlerin dışında öğrenilmiş davranışların veya sistemsel sorunların olabileceği göz önünde bulundurulmalı ve oksijen arzının ideal sınırlarda tutulabilmesi açısından verilen gaz ve kandaki etkisinin sürekli olarak takip edilmesi gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Perfüzyonist, oksijenatör, FiO<sub>2</sub>, kardiyopulmoner bypass, ekstrakorporal dolaşım, oksijenasyon


### Abstract

**Objective:** In Turkey, there are perfusionists with different diplomas at undergraduate, graduate and doctoral levels, as well as a group of employees who have studied as a master-apprentice and are certified by the Ministry of Health. However, in clinical practice, it is seen that the knowledge is as conveyed by the master, and perfusionist habits are shaped according to clinical sensitivities. Different monitoring methods have been developed to ensure safe perfusion with the research conducted in recent years on the oxygen-temperature relationship and oxygen consumption. With these online monitoring systems, patient monitoring can be done instantly and the values it provides can ensure safer perfusion. The aim of this study was to investigate how perfusionists' timing during oxygen adjustment affects "oxygen delivery".

**Materials and Methods:** The research was conducted online with 159 perfusionist participants in Turkey between 22.09.2023 and 30.12.2023.

**Results:** In this study, the FiO<sub>2</sub> adjustment habits of perfusionists in Turkey during cardiopulmonary bypass were evaluated and published with the results.

**Conclusion:** When we look at the perfusionist education in Turkey in general, it is seen that it is available in different professional groups and at different education levels. Although the number of perfusionists with diplomas working professionally in the system is rapidly increasing, it

 **Yazışma Adresi/Address for Correspondence:** Agit Sungur, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği, Pediatrik Perfüzyon Birimi, İstanbul, Türkiye  
**Tel.:** 0542 495 50 23 **E-posta:** agitsungur73@gmail.com **ORCID ID:** orcid.org/xxxxxx  
**Geliş Tarihi/Received:** 01.08.2024 **Kabul Tarihi/Accepted:** 25.09.2024



is accepted that clinical training with a master-apprentice relationship is mandatory in terms of the feasibility of the job. The education process within this relationship causes the continuation of certain habits and the transfer of learned behaviors in an unchangeable continuity. In today's systems where an artificial system is used, it should be taken into consideration that there may be learned behaviors or systemic problems other than patient-related factors, and its effects on the given gas and blood must be constantly monitored in order to keep the oxygen supply within ideal limits.

**Keywords:** Perfusionist, oxygenator, FiO<sub>2</sub>, cardiopulmonary bypass, extracorporeal circulation, oxygenation

## Giriş

Perfüzyon mesleğinin başlaması ve devamında bilginin sonraki perfüzyonistlere aktarımı usta çırak ilişkisiyle devam etmiştir. Türkiye'de usta çırak ilişkisiyle öğrenim görmüş ve Sağlık Bakanlığı tarafından sertifikalandırılmış bir grup çalışanın yanı sıra lisans, yüksek lisans ve doktora düzeyinde farklı diplomalara sahip perfüzyonistler bulunmaktadır. Ancak klinik uygulamalarda bilginin ustanın aktardığı şekilde olduğu görülmekte ve perfüzyonist alışkanlıkları klinik hassasiyetlere göre şekillenmektedir. Aynı şekilde oksijenasyon ayarlamada konusundaki alışkanlıklara baktığımızda da perfüzyonistler arasında farklılıklar görülebilmektedir. Oksijen-sıcaklık ilişkisi ve oksijen tüketimi (VO<sub>2</sub>) üzerine son yıllarda yapılan araştırmalarla güvenli perfüzyonun sağlanabilmesi için farklı monitörizasyon yöntemleri geliştirilmiştir. Bu çevrimiçi monitörizasyon sistemleriyle anlık olarak hasta takibi yapılabilir ve verdiği değerlerle perfüzyonun daha güvenli olması sağlanabilir. Bu çalışmanın amacı perfüzyonistlerin oksijen ayarlamadaki zamanlamasının "oksijen sunumu (DO<sub>2</sub>)" üzerinde nasıl bir etki yarattığını araştırmaktır. Yapılan çalışma sonrasında elde edilen verilere göre kalıplaşmış alışkanlıklarla yapılan olgularda ısınma sırasında pO<sub>2</sub>'nin düştüğü ve bazı ameliyat çeşitlerinde bu düşük FiO<sub>2</sub>'nin hasta açısından olumsuz etkilerinin olabileceği düşünülmektedir.

Gelişen teknoloji ve sistemler sayesinde perfüzyon uygulamaları kör perfüzyon diye adlandırılan döneminden kurtulmuş, verilere dayalı hedefe yönelik perfüzyon diye adlandırılan güvenli perfüzyon dönemine geçiş yapıldığı görülmektedir. Var olan eğitimler zaman içerisinde cihazların kullanım oranlarına göre şekillenerek bir gelişim içerisinde olacağı ön görülmektedir. Araştırmamızda Türkiye'deki perfüzyonistlerin mevcut dönemdeki perfüzyon uygulama alışkanlıklarının bazıları değerlendirilmiş ve sonuçları paylaşılmıştır.

## Genel Bilgiler

### Perfüzyon ve Perfüzyonist

Perfüzyon kelimesi, kökenini Fransızca "perfuser" kelimesinden alan ve bir maddeyi bir yüzeye dökmek, akıtmak veya boşaltmak anlamına gelen bir terimdir. Aynı zamanda hücrelerin, organların ve dokuların beslenmesini ifade eder. Bu beslenme süreci, kalp

ve damarlar aracılığıyla sağlanan kan ile gerçekleşir. Kalp ve damarlar arasında gerçekleşen bu dolaşım sürecine de perfüzyon adı verilir.

Türkiye'de perfüzyonist yetkisine sahip olabilmek için perfüzyon lisans veya yüksek lisans eğitimi almak gerekmektedir. Verilen eğitim müfredatlarına bakıldığında; Anatomi, fizyoloji, perfüzyon teknolojisi, kardiyopulmoner bypass (KPB) teknikleri, ekstrakorporeal yaşam desteği, dolaşım biyofiziği, solunum biyofiziği, dolaşım sistemi anatomisi, kan fizyolojisi, dolaşım fizyolojisi, teknolojinin klinikte kullanımı ile ilgili konular ve ekstrakorporeal dolaşımdaki hasta monitörizasyonu gibi ortak dersler verilmektedir (1).

### Ekstrakorporeal Dolaşım

Ekstrakorporeal dolaşım, vücut dışında dolaşımın sağlandığı kritik bir tıbbi yöntemdir. Bu yöntem, genellikle kalp ve/veya akciğerlerin geçici olarak işlevini yerine getiremediği durumlarda kullanılmaktadır. Bu işlemi oksijenatör olarak adlandırılan cihaz ve uygun tubing sistemlerin bir araya gelmesi ile yapılmaktadır.

### Kardiyopulmoner Bypass Sırasında Flow

KPB sırasında, tüm organların optimal perfüzyonu sağlanmalıdır. Genellikle, normotermik koşullarda istenen KPB akımı şu şekildedir: Yenidoğanlarda 120-200 mL/kg/dakika, bebeklerde (10 kg'ye kadar) 100-150 mL/kg/dakika, çocuklarda 80-120 mL/kg/dakika ve yetişkin hastalarda ortalama olarak 2,4 L/m<sup>2</sup>/dakika olmalıdır. KPB sırasında, yetersiz kan akımı en erken beyin dokusunu etkiler. Serebral perfüzyon, ortalama arter basıncı (OAB) 55-60 mmHg'nin üstünde tutulduğunda KPB sırasında akım değişikliklerinden etkilenmez. Bununla birlikte, serebrovasküler hastalık varlığında, hipertansif ve yaşlı hastalarda serebral oto-regülasyon bozulur ve bu grup hastalarda optimal beyin perfüzyonu için OAB en az 70 mmHg olmalıdır (2).

### Oksijenasyon

KPB sırasında organ perfüzyonunun optimal olduğunu belirleyen en önemli parametrelerden biri DO<sub>2</sub>'dir. DO<sub>2</sub> aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$DO_2 = \text{pompa akımı} \times (\text{hemoglobün konsantrasyonu} \times \text{hemoglobün satürasyonu} \times 1,36) \times (0,003 \times \text{arteriyel oksijen basıncı})$$

Formülden de anlaşıldığı gibi, dokulara DO<sub>2</sub>'yi etkileyen en önemli faktörler pompa akımı, hematokrit düzeyi ve oksijen satürasyonudur. Normal olarak, DO<sub>2</sub> değeri



350-450 mL/dakika/m<sup>2</sup> aralığındadır. KPB'ye bağlı gelişen hemodilüsyon, kan viskozitesini azaltır ve kanın oksijen miktarını yaklaşık olarak 20 mL/dL'den 12 mL/dL'ye düşürür. Bu nedenle, KPB sırasında DO<sub>2</sub> değerleri 200-300 mL/dakika/m<sup>2</sup>'ye düşer. Dolayısıyla, uygun doku DO<sub>2</sub>'yi sağlamak için ya VO<sub>2</sub> azaltılmalı ya da oksijen ekstraksiyonu artırılmalıdır (3).

### Kan gazı

KBP sırasında hastaların monitörizasyonu sırasında arter kan gazının önemi büyüktür. Kan gazı analizi, solunum parametrelerinin ve elektrolit ölçümlerinin hızlı bir şekilde tamamladığı için özellikle hiperkalemi gibi elektrolit dengesizliklerini belirlemede kullanışlıdır. Bu analizin önemli bir avantajı, tüm ölçümlerin genellikle yaklaşık iki dakika gibi kısa bir sürede sonuçlanmasıdır, bu da hızlı sonuç almayı ve gerektiğinde erken müdahale etme olanağını sağlar.

### Yakın Kızılötesi Spektroskopi

Yakın Kızılötesi Spektroskopi, arteriyel ve venöz kan ayırımı yapmadan ölçüm gerçekleştirir. Doku oksijenasyonu yerine, bölgesel DO<sub>2</sub> ve tüketimi arasındaki ilişki hakkında bilgi sağlar. Pulsatil akım gereksinimi olmadığı için, kardiyopulmoner arrest ve diğer non-pulsatil durumlarda, özellikle bypass cerrahisi sırasında pompadaki hastanın beyin perfüzyonunun izlemine olanak sağlar (4). Özellikle çocuklarda kullanılabilir olması, bu tekniğin diğer önemli bir avantajıdır. Pediatrik popülasyonda, non-invaziv ve kolay uygulanabilir olması sayesinde doku perfüzyon dengesinin iyi bir göstergesi olarak kullanımı giderek artmaktadır (5).

### Sürekli Takip Cihazları

#### Terumo CDI 500/550

Terumo CDI 500 pH, PCO<sub>2</sub>, pO<sub>2</sub>, K<sup>+</sup>, sıcaklık, SO<sub>2</sub>, hematokrit, hemoglobin, baz fazlalığı ve bikarbonat değerlerini ölçer veya hesaplar. Terumo CDI 550 nin Terumo CDI 500 den farkı DO<sub>2</sub> hesaplaması yapmasıdır.

#### Eurosets Landing

Bu cihaz da çevrimiçi kan gazı takibi için kullanılmaktadır. pH, CO<sub>2</sub>, SaO<sub>2</sub>, SvO<sub>2</sub>, VO<sub>2</sub> ve DO<sub>2</sub> gibi 20 parametrelerinin

ölçümünü ve hesaplamasını sadece 3 saniye gibi kısa bir sürede hesaplamaktadır.

### Spectrum Medical Quantum

Spectrum medical quantum KPB cihazları, kalp ameliyatları sırasında hastanın dolaşım sistemini geçici olarak desteklemek için kullanılır. Aynı zamanda bu cihaz, hastanın yaşam belirtilerini ve çeşitli biyomedikal parametreleri izlemek ve yönetmek için entegre edilmiş gelişmiş veri toplama ve analiz özelliklerine sahiptir. pH, CO<sub>2</sub>, SaO<sub>2</sub>, SvO<sub>2</sub>, VO<sub>2</sub> ve DO<sub>2</sub> gibi birçok parametreyi anında gösterme özelliğine sahiptir.

### Gereç ve Yöntemler

Bu çalışmada, Türkiye'de Perfüzyonist Derneği'ne kayıtlı bilinen 800 perfüzyonist vardır. Yapılan araştırmada 159 perfüzyoniste ulaşılmış ve veriler anket yöntemiyle toplanmıştır. Anket, katılımcılara WhatsApp ve e-posta aracılığıyla ulaştırılmıştır. Veriler, çevrimiçi ortamda toplanmış ve gönüllü katılım esas alınmıştır. Anket formu, perfüzyonistlerin demografik bilgileri, mesleki deneyimleri ve uygulamaları üzerine sorular içermektedir. Bu çalışma proje bitirme çalışması olduğu için etik kurul onayı alınmamıştır. Yaptığımız çalışmada hastalar üzerinde bir çalışma yapılmadığı için hasta onamı yoktur.

### İstatistiksel Analiz

Elde edilen veriler, istatistiksel olarak analiz edilerek çalışmanın amaçlarına uygun bir biçimde değerlendirilmiştir.

### Bulgular

Araştırma 22.09.2023 ile 30.12.2023 tarihleri arasında Türkiye'deki 159 perfüzyonist katılımcı ile yapılmıştır.

Mesleki belge durumu ile perfüzyonist olma süresi arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptanmıştır (p=0,001; p<0,01). Sadece yetki belgesi olanların 16-20 yıl ve 20 yıl üzeri perfüzyonistlik yapma oranı yüksek iken; Lisans mezunlarının 0-4 yıl; Yüksek lisanslıların 10 yıl ve altında yapma; yetki belgesi ile birlikte yüksek lisanslı olanların 11 yıl üzerinde perfüzyonistlik süresi yaptıkları saptanmıştır (Tablo 1).

**Tablo 1. Mesleki belge durumu ile perfüzyonist olma süresi arasındaki ilişki**

Perfüzyonist süresi	Mesleki belgesi					p
	Yetki belgesi	Lisans	Yüksek lisans	Yetki belgesi + Yüksek lisans	Doktora	
0-4 yıl	0 (0)	29 (85,3)	24 (47,1)	0 (0)	0 (0)	0,001**
5-10 yıl	0 (0)	3 (8,8)	16 (31,4)	2 (4,8)	0 (0)	
11-15 yıl	5 (16,7)	2 (5,9)	8 (15,7)	10 (23,8)	1 (50)	
16-20 yıl	10 (33,3)	0 (0)	1 (2)	11 (26,2)	1 (50)	
>20 yıl	15 (50)	0 (0)	2 (3,9)	19 (45,2)	0 (0)	

Fisher-Freeman-Halton testi  
\*\*p<0,01

Araştırmaya katılanların "36 derecede KPB olan hastanın 28 dereceye soğutulması isteniyor. Soğutma işleminin hangi evresinde FiO<sub>2</sub> düşüyorsunuz?" sorusuna verdikleri yanıtlar ortalama 32,89±1,76 derecedir. Cevaplarda 28 derece diyen %4,4; 30 derece %1,3; 32 derece %41,51; 33 derece %1,3; 34

derece %30,8 ve 36 derece ise %8,8 oranında görülmektedir. Çeşitli durumlara ısıyı ayarladıklarını söyleyen ise %11,9 katılımcı görülmektedir (Tablo 2).

Katılımcıların KPB'ye alınan hastalarından kan gazı çalışma sıklığı incelendiğinde; %21,2'sinin (n=33) 10-15 dk'da bir, %3,8'inin (n=6) 20 dk'da bir, %55,1'inin (n=86) 30 dk'da bir, %12,2'sinin (n=19) 45 dk'da bir, %7,7'sinin (n=12) 60 dk'da bir olduğu görülmüştür (Tablo 2).

Katılımcıların %17,6'sının (n=28) KPB'de kan değerlerini görmek için sürekli izlem monitörü kullandıkları görülmüştür (Tablo 2).

KPB'de kan değerlerini görmek için sürekli izlem monitörü kullanma durumuna göre katılımcıların çalıştıkları kurumlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (p>0,05) (Tablo 4).

KPB'de kan değerlerini görmek için sürekli izlem monitörü kullanma durumuna göre katılımcıların "KPB'ye alınan hastalarınızdan kan gazı çalışma sıklığınız nedir?" sorusuna verdikleri yanıtlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (p>0,05) (Tablo 4).

Katılımcıların "28 derecede KPB'de olan hastanın ısıtılması isteniyor. Isıtma işleminin hangi aşamasında FiO<sub>2</sub> değerini yükseltiyorsunuz?" sorusuna verdikleri yanıtlar ortalama 30,75±2,29 derecedir. Perfüzyonistler %35,2 oranında 28 derecede, %3,1 oranında 30 derecede, %45,3 oranında 32 derecede; 510,1 oranında 34 derecede, %1,9 oranında 36 derecede ve çeşitli durumlara bakarak FiO<sub>2</sub> değerini yükselttiğini söyleyen ise %4,4 oranındadır (Tablo 3).

Tablo 2: Perfüzyonistlerin iş ile ilgili sorulara verdikleri yanıtların dağılımları		
36 derecede KPB'de olan hastanın 28 dereceye soğutulması isteniyor. Soğutma işleminin hangi evresinde FiO <sub>2</sub> düşüyorsunuz?	Ort.±SS	32,89±1,76
	Medyan (Min.-Maks.)	32 (28-36)
	28°	7 (4,4)
	30°	2 (1,3)
	32°	66 (41,5)
	33°	2 (1,3)
	34°	49 (30,8)
	36°	14 (8,8)
KBB'ye alınan hastalarınızdan kan gazı çalışma sıklığınız nedir?	Çeşitli durumlara bakarak	19 (11,9)
	10-15 dakikada bir	33 (21,2)
	20 dakikada bir	6 (3,8)
	30 dakikada bir	86 (55,1)
	45 dakikada bir	19 (12,2)
KPB sırasında hastanın PaO <sub>2</sub> değerini hangi aralıkta tutmaya çalışıyorsunuz?	60 dakikada bir	12 (7,7)
	90-120 mmHg	4 (2,5)
	120-180 mmHg	30 (18,9)
	180-250 mmHg	107 (67,3)
KPB'de kan değerlerini görmek için sürekli izlem monitörü kullanıyor musunuz?	>250 mmHg	18 (11,3)
	Hayır	131 (82,4)
Kliniğinizde uygulanan KPB sırasında kabul ettiğiniz optimal HCT değeriniz kaçtır? (Yetişkin)	Evet	28 (17,6)
	%22-25	55 (35,3)
Kliniğinizde uygulanan KPB sırasında kabul ettiğiniz optimal HCT değeriniz kaçtır? (Pediatrik)	%25-28	67 (42,9)
	%28-30	28 (17,9)
	%30-34	6 (3,8)
	%34-40	1 (1,0)
Kan gazını hangi yöntemle çalışıyorsunuz?	%22-25	3 (3,1)
	%25-28	18 (18,4)
Sürekli izlem için herhangi bir yöntem kullanıyor musunuz?	%28-30	32 (32,7)
	%30-34	44 (44,9)
KPB sırasında arter renginin koyulaştığını fark ettiğinizde yapacağınız ilk müdahale ne olurdu?	%34-40	1 (1,0)
	Alfa stat	54 (34,4)
KPB sırasında arter renginin koyulaştığını fark ettiğinizde yapacağınız ilk müdahale ne olurdu?	pH stat	103 (65,6)
	Kullanmıyor	131 (82,4)
KPB sırasında arter renginin koyulaştığını fark ettiğinizde yapacağınız ilk müdahale ne olurdu?	Kullanıyor	28 (17,6)
	FiO <sub>2</sub> artırmak	136 (86,1)
KPB sırasında arter renginin koyulaştığını fark ettiğinizde yapacağınız ilk müdahale ne olurdu?	Oksijenatör kontrolü	22 (13,9)
	KPB: Kardiyopulmoner bypass, HCT: Hematokrit, Ort.±SS: Ortalama ± standart sapma, Min.-Maks.: Minimum-maksimum	

Tablo 3: Perfüzyonistlerin KPB ısıtılması durumuna ilişkin sorulara verdikleri yanıtların dağılımları		
28 derecede KPB'de olan hastanın ısıtılması isteniyor. Isıtma işleminin hangi aşamasında FiO <sub>2</sub> değerini yükseltiyorsunuz?	Ort.±SS	30,75±2,29
	Medyan (Min.-Maks.)	32 (28-36)
	28°	56 (35,2)
	30°	5 (3,1)
	32°	72 (45,3)
	34°	16 (10,1)
	36°	3 (1,9)
	Çeşitli durumlara bakarak	7 (4,4)
KPB'de sıklıkla hangi ısıda çalışıyorsunuz?	Ort.±SS	31,38±1,86
	Medyan (Min.-Maks.)	32 (27-36)
	27°	12 (7,5)
	29°	1 (0,6)
	30°	42 (26,4)
	32°	83 (52,2)
	33°	1 (0,6)
	34°	16 (10,1)
36°	4 (2,5)	
KPB: Kardiyopulmoner bypass, Ort.±SS: Ortalama ± standart sapma, Min.-Maks.:Minimum-maksimum		

**Tablo 4. KPB'de kan değerlerini görmek için sürekli izlem monitörü kullanma durumlarına göre karşılaştırmalar**

		KPB'de kan değerlerini görmek için sürekli izlem monitörü kullanıyor musunuz?		p
		Hayır (n=131)	Evet (n=28)	
Çalışılan kurum	Devlet hastanesi/Eğitim ve araştırma hastanesi/Şehir hastanesi	73 (55,7)	15 (53,6)	<sup>a</sup> 0,692
	Özel hastane	28 (21,4)	8 (28,6)	
	Üniversite hastanesi	30 (22,9)	5 (17,9)	
KPB'ye alınan hastalarınızdan kan gazı çalışma sıklığınız nedir?	10-15 dakikada bir	25 (19,4)	8 (29,6)	<sup>a</sup> 0,382
	20 dakikada bir	4 (3,1)	2 (7,4)	
	30 dakikada bir	72 (55,8)	14 (51,9)	
	45 dakikada bir	18 (14)	1 (3,7)	
	60 dakikada bir	10 (7,8)	2 (7,4)	

<sup>a</sup>Pearson chi-square test  
<sup>b</sup>Student's t-test  
KPB: Kardiyopulmoner bypass

## Tartışma

Türkiye'deki perfüzyonistlik eğitime genel olarak bakıldığında değişik meslek gruplarında ve değişik eğitim seviyelerinde olduğu görülmektedir. Belli bir yıla kadar hiçbir belgesi olmayan fakat 2012 itibarıyla yetki belgesi verilen ve işi usta çırak ilişkisiyle öğrenmiş bir grubun yanı sıra 4 yıllık perfüzyon lisans programı mezunu ve 2 yıllık perfüzyon yüksek lisans mezunları bulunmaktadır. Mesleki olarak sistemde çalışan perfüzyonistlerin diplomalı olanların sayısı hızla artsa da işin yapılabilirliği açısından usta çırak ilişkisi ile bir klinik eğitimin mecburi olduğu kabul edilir. Bu ilişki içerisindeki eğitim süreci belli alışkanlıkların devam ettirilmesini ve öğrenilmiş davranışların değişmez süreklilik içerisinde aktarımına sebep olmaktadır.

Yaptığımız çalışmada uyguladığımız anketin sonuçlarına göre bazı sorulara verilen cevaplar savunmamızı desteklemekte ve uyumlu sonuçlar göstermektedir.

Yaptığımız araştırmanın sonuçlarına göre tanımlayıcı özelliklerin dağılımında mesleki belge açısından anketi cevaplayanların yarısını kapsayacak sayıda eski perfüzyonistlerden oluştuğunu diğer yarısının ilk 5 yıl içerisindeki perfüzyonistlerden oluştuğu istatistiksel olarak anlamlı saptanmıştır (p=0,001; p<0,01).

Yaptığımız anket çalışmasında sormuş olduğumuz "36 derecede KPB'de olan hastanın 28 dereceye soğutulması isteniyor. Soğutma işleminin hangi evresinde FiO<sub>2</sub> düşürüyorsunuz?" Sorusuna katılımcıların %8,8'i 36 derecede, %30,8'i 34 derecede, %41,5'i 32 derecede, %4,4'ü 28 derecede FiO<sub>2</sub> değerini kısıtıklarını belirtmişlerdir. Burada katılımcıların sadece %8,8'i FiO<sub>2</sub> değerini soğumaya başlar başlamaz düşürdüğünü görüyoruz. Soğuma işlemi başlar başlamaz vücudun ihtiyaç duyduğu enerji de azalmaktadır. Gelissen ve ark. (6) yapmış

olduğu çalışmada hiperoksemi pulmoner toksisite, artan iskemik/reperfüzyon hasarı ve doku perfüzyonun azalmasıyla birlikte sistemik vazokonstriksiyona sebep olabileceğini bulmuşlardır. Bizim yapmış olduğumuz çalışmada da buna bağlı olarak FiO<sub>2</sub> değerinin geç düşürülmesi yüksek PaO<sub>2</sub> değerlerine sebep olacağı gözlemlenmiştir (6).

KPB'de kan değerlerini görmek için sürekli izlem monitörü kullanma durumlarına göre karşılaştırma yaptığımızda; "KPB'de kan değerlerini görmek için sürekli izlem monitörü kullanıyor musunuz?" diye sordumuzda 159 katılımcının 131'i hayır cevabını verirken sürekli izlem monitörü kullanan sadece 28 perfüzyonist vardı. Hayır diyen perfüzyonistlerin %55,7'si ve evet diyenlerin %53,6'sı kamu hastaneleri çalışanı olduğu görülmektedir. Bu katılımcıların "KPB'ye alınan hastalarınızdan kan gazı çalışma sıklığınız nedir?" sorusuna sürekli takip cihazı kullananların %51,9'u, sürekli takip cihazı kullanmayanların %55,8'i 30 dakika arayla kan gazı çalıştığını belirtmiştir. Perfüzyonistlerin çoğunluğunun edinilmiş alışkanlıklarını devam ettirdiği görülmektedir.

"28 derecede KPB'de olan hastanın ısıtılması isteniyor ısıtma işleminin hangi aşamasında FiO<sub>2</sub> değerini yükseltiyorsunuz?" sorusuna verilen yanıtlar değerlendirildiğinde katılımcıların %35,2 oranında 28 derecede, %3,1 oranında 30 derecede, %45,3 oranında 32 derecede, %10,1 oranında 34 derecede, %1,9 oranında 36 derecede cevabını vermişlerdir. Oksijen tüketim eğrisine bakıldığında 28 dereceden 32 dereceye ısı farkında metabolizma hızının %50 oranında arttığı görülmektedir. Yine oksijen tüketim eğrisine bakıldığında tüketimin benzer oranda artış gösterdiği bilinmektedir. Bu nedenle %35 oranında aynı ısıda FiO<sub>2</sub> artırılan grup haricindeki bütün alışkanlıklarda ısı ve zamana bağlı olarak oksijen tüketim oranındaki artış göz önünde bulundurulduğunda, herhangi bir sebepten dolayı VO<sub>2</sub>

artan hasta gruplarında ani PaO<sub>2</sub> düşüşüne sebep olabileceğini ve düşük DO<sub>2</sub>'nin oluşturduğu komplikasyonların artabileceğini düşündürmektedir.

## Sonuç

Yapılan çalışmada elde edilen verilere göre KPB sistemlerinin kullanımında perfüzyonistlerin kalıplaşmış alışkanlıkları intraoperatif ve postoperatif dönem açısından önem arz etmektedir. Yapay bir sistemin kullandığı günümüzdeki sistemlerde hasta kaynaklı faktörlerin dışında öğrenilmiş davranışların veya sistemsel sorunların olabileceği göz önünde bulundurulmalı ve oksijen arzının ideal sınırlarda tutulabilmesi açısından verilen gaz ve kandaki etkisinin sürekli olarak takip edilmesi gerekmektedir. Aralıklı kan gazı yöntemiyle elde edilen veriler o anki sonucu yansıtmakta olup kan gazı analiz sürecini yansıtmamaktadır. Çünkü kan gazı için kan numunesinin alınıp kan gazı cihazında okutulması 3-5 dk'lık bir süre kaybına sebep olmaktadır. Ayrıca bir sonraki teste kadar olan süreçteki değişimler bilinmemektedir. Gerek cerrahi gerek anestezi uygulamalar gerekse metabolik ihtiyaçlardan kaynaklı oluşabilecek ani değişimler göz ardı edilmekte ve bu dönemlerde hipoksiye duyarlı gelişebilecek beyin, böbrek ve miyokard hasarları sebebi bilinmeyen olarak kayıtlara geçmektedir. Kandaki oksijen düzeylerinin sürekli takip monitörizasyonu ile anlık olarak takip edilmesi operasyon süresince oluşabilecek her anın izlenebilmesine ve kayıt altına alınabilmesine olanak sağlamaktadır. Gerekli alarm sınırlarının belirlenmesi halinde ani değişikliklere hızlı müdahale edilebileceğini ve oluşabilecek komplikasyonların önüne geçilebileceğini düşünmekteyiz. Yapılan çalışmanın sonucunda hastanın güvenliği, perfüzyon derinliği ve etkinliği açısından çevrimiçi monitörizasyon sistemlerinin kullanılmasını önermekteyiz.

## Etik

**Etik Kurul Onayı:** Bu çalışma proje bitirme çalışması olduğu için etik kurul onayı alınmamıştır.

**Hasta Onayı:** Yaptığımız çalışmada hastalar üzerinde bir çalışma yapılmadığı için hasta onamı yoktur.

## Yazarlık Katkıları

Cerrahi ve Medikal Uygulama: A.S., Konsept: A.S., A.K., Dizayn: A.S., T.D., Veri Toplama veya İşleme: A.S., T.D., Z.A.A., Analiz veya Yorumlama: A.S., A.K., T.D., Z.A.A., Literatür Arama: A.S., Yazan: A.S.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar tarafından finansal destek almadıkları bildirilmiştir.

**Finansal Destek:** Yazarlar tarafından çıkar çatışması bildirilmemiştir.

## Kaynaklar

1. Amaç B. Perfüzyonist: Geleceğin Mesleği Olabilir. Med Records. 2020;2(2):34-38.
2. Joshi B, Brady K, Lee J, Easley B, Panigrahi R, Smielewski P, et al. Impaired autoregulation of cerebral blood flow during rewarming from hypothermic cardiopulmonary bypass and its potential association with stroke. Anesth Analg. 2010;110(2):321-328.
3. Murphy GS, Hessel EA 2nd, Groom RC. Optimal perfusion during cardiopulmonary bypass: an evidence-based approach. Anesth Analg. 2009;108(5):1394-1417.
4. Vretzakis G, Georgopoulou S, Stamoulis K, Stamatiou G, Tsakiridis K, Zarogoulidis P, et al. Cerebral oximetry in cardiac anesthesia. J Thorac Dis. 2014;6(Suppl 1):S60-S69.
5. Chakravarti S, Srivastava S, Mittnacht AJ. Near infrared spectroscopy (NIRS) in children. Semin Cardiothorac Vasc Anesth. 2008;12(1):70-79.
6. Gelissen H, de Grooth HJ, Smulders Y, Wils EJ, de Ruijter W, Vink R, et al. Effect of Low-Normal vs High-Normal Oxygenation Targets on Organ Dysfunction in Critically Ill Patients: A Randomized Clinical Trial. JAMA. 2021;326(10):940-948.